



Notitie

Aan Steven de Boer
Van Jeroen de Jong, IB, 06-11377634, jeroen.de.jong@amsterdam.nl
Kopie aan Steve Rosendahl, Serge van Munster
Datum 13 juni 2017, concept 3
Ons kenmerk 29800019
Bijlage(n) 3
Onderwerp Geohydrologisch onderzoek MER Zeeburgereiland

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
J. de Jong	R. van Diepen		13-06-17

Inhoudsopgave

<i>Inleiding</i>	2
<i>Uitgangspunten</i>	3
Gebruikte bronnen	3
Uitgangspunten	5
Ontwikkelpunten	6
<i>Gebiedsbeschrijving</i>	9
Bodemopbouw	9
Oppervlaktewatersysteem	10
Grondwatersysteem	12
<i>Modeluitgangspunten</i>	15
Modeluitgangspunten huidige situatie	15
Modeluitgangspunten toekomstige situatie	16
<i>Effect ontwikkeling op de grondwaterstand</i>	19
Huidige situatie	19
Toekomstige situatie	20
Gevoeligheidsanalyse	23
<i>Verwachte zettingen</i>	25
<i>Conclusies</i>	26
<i>Bijlage 1 Karakteristieke bodemopbouw per deelgebied</i>	28
<i>Bijlage 2 maatgevende sondering per deelgebied</i>	40
<i>Bijlage 3 grondwateraanvulling per deelgebied</i>	41

Inleiding

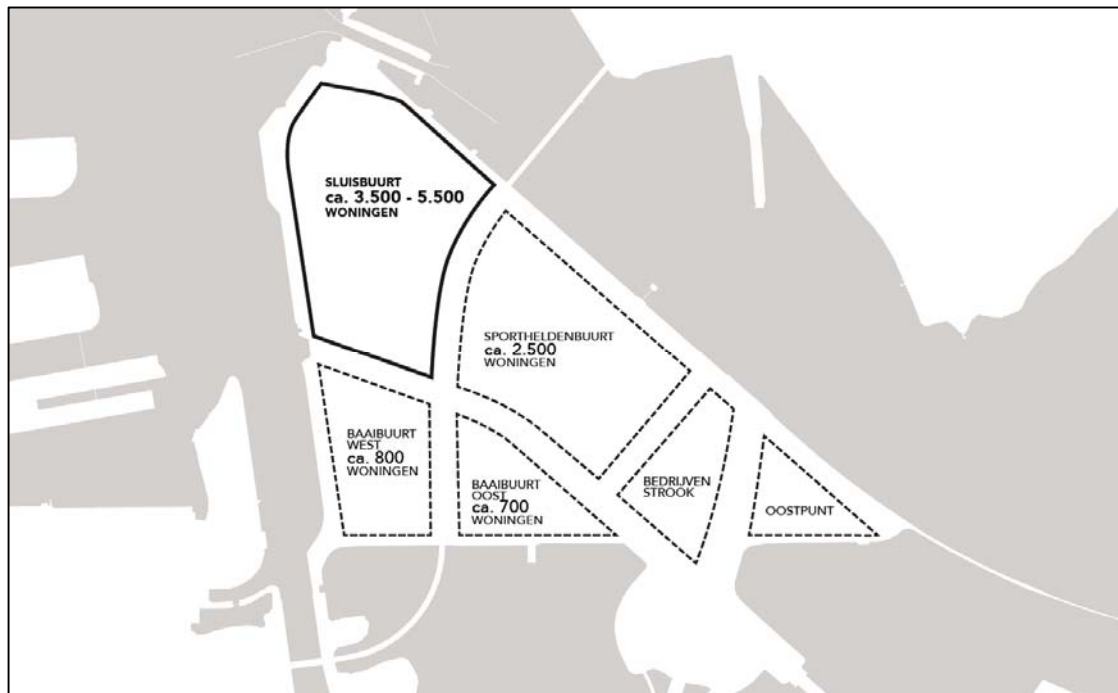
De gemeente Amsterdam is voornemens het Zeeburgereiland in de komende jaren verder te ontwikkelen tot een gebied voor wonen, werken en recreatie. Voor het ruimtelijk plan moet de MER-procedure worden doorlopen om de milieubelangen een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming. De milieueffectrapportage (MER) voor Zeeburgereiland wordt opgesteld door AnteaGroup.

In 2008 is een milieueffectrapportage opgesteld voor de herontwikkeling van het Zeeburgereiland (bron [1]). De aanleiding om heden een nieuwe MER op te stellen is, dat er een groter aantal woningen is gepland dan voorheen (bandbreedte). Sinds 2008 is sprake van een sterke groei van het inwoneraantal van Amsterdam met jaarlijks ca. 5.000 à 10.000 personen. Deze bevolkingsgroei zal de komende jaren aanhouden waardoor er meer behoefte is aan nieuwe woningen. Waar in 2008 voor het Zeeburgereiland nog van werd uitgegaan van 6.000 woningen en 264.000 m² bedrijfsvloeroppervlak (bvo), wordt nu gedacht aan maximaal 9.650 woningen en ca. 294.000 m² bvo. De actuele woningbouwplannen voor de verschillende buurten zijn vermeld in Figuur 1. Om het milieu een volwaardige plaats in de besluitvorming over de verdere ruimtelijke ontwikkeling van het Zeeburgereiland te geven wordt een nieuwe MER-procedure doorlopen.

In de MER van 2008 heeft Ingenieursbureau Amsterdam (IBA) een onderzoek uitgevoerd naar de geohydrologische en geotechnische aspecten van de toekomstige ontwikkelingen op Zeeburgereiland (18 december 2006, bron [2]). Daarin zijn de volgende punten bekeken:

1. Verandering in grondwaterstanden in de toekomstige situatie per deelgebied voor verschillende varianten (kwantitatief);
2. Verandering in grondwaterstroming (kwalitatief);
3. Verandering in stijghoogte (kwalitatief);
4. Zetting van de ondergrond als gevolg van verandering in de grondwaterstanden (kwalitatief).

Sinds het onderzoek uit 2006 zijn de planvorming en uitvoering van het Zeeburgereiland voortgeschreden. De Sportheldenbuurt (het voormalige "RI-oost") is bouwrijp gemaakt en is inmiddels deels bebouwd en bewoond; voor deze MER kan de Sportheldenbuurt worden beschouwd als bestaand gebied. De ontwikkelplannen voor de Sluisbuurt en Bedrijvenstrook zijn in een vergevorderd stadium beland. Op middellange termijn is de ontwikkeling voorzien van Baaibuurt West en Baaibuurt Oost. De ontwikkelingen leiden tot een ander patroon van watergangen op het eiland, waardoor het grondwaterregime wijzigt. Een tweede factor met effect op het grondwater is dat het verhard oppervlak toeneemt, waardoor het grondwater minder wordt aangevuld door neerslag. Ten slotte worden ondergrondse constructies gebouwd (kelders, kades) die een effect kunnen hebben op de grondwaterstroming. Zodoende is er aanleiding om het geohydrologisch onderzoek en het grondwatermodel Zeeburgereiland te actualiseren voor de huidige plannen.



Figuur 1 Ontwikkelgebieden Zeeburgereiland

In onderstaand rapport worden het effect van de actuele planontwikkelingen op de grondwaterstanden en de geotechnische consequenties weergegeven. Het rapport zal als basis fungeren voor het geohydrologische/geotechnische deel van de MER Zeeburgereiland.

Uitgangspunten

Gebruikte bronnen

Bij het onderzoek zijn de volgende bronnen gebruikt:

[1] Herontwikkeling Zeeburgereiland Milieueffectrapport, Witteveen+Bos, 19 mei 2008, referentie AS805-12/nija4/018.

[2] Update geohydrologisch onderzoek ten behoeve van MER Zeeburgereiland, Ingenieursbureau Amsterdam, 18 december 2006, documentnummer 9633.

[3] notitie "Geohydrologisch onderzoek Zeeburgereiland", IBA, 15 juni 2005, projectnummer 127545, documentnr. 150264.

[4] Leidraad Zee- en meerdijken, Rijkswaterstaat, 2009.

[5] Eindsituatie deelgebied RIOost op het Zeeburgereiland - Toetsing aan de gemeentelijke grondwaternorm, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 6 januari 2012, documentnr 171335.

[6] Grondwatertoets bedrijvenstrook, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 22 december 2015, kenmerk 191783.

[7] Stedenbouwkundig Plan Sluisbuurt en plankaart, Concept 8 november 2016, Gemeente Amsterdam Ruimte & Duurzaamheid.

[8] Grondwatertoets en benodigde maaiveldhoogte Sluisbuurt, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 1 september 2016 (versie 2.2), kenmerk 29800019.

[9] SO maaiveld bedrijvenstrook, gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 1 september 2016.

[10] Archief boringen/sonderingen, gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, geraadpleegd september 2016.

[11] Grindkoffer Kriterion Bedrijvenstrook Zeeburgereiland, Ingenieursbureau Amsterdam, 13 november 2012, projectnummer 55603.400, documentnummer 177944/vys.

[12] Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland, rapport R1503267-RH_1, MOS Grondmechanica BV, 3 maart 2016, aangevuld met meetreeks van 26-02-2016 t/m 08-07-2016.

[13] Peilbuizen monitoringsnetwerk van gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, metingen en locaties, bestand "overzicht_data10052016", projectnummer 55754, metingen geraadpleegd t/m 10 mei 2016.

[14] Peilbuizen Waternet, website
<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=365ce03b38c54081a2394205coe53c0>, geraadpleegd augustus 2016.

[15] Hydraulische verticale weerstand c van de deklaag, TNO, Oude Essink, in: H₂O 19-2007.

[16] KNMI '14 Klimaatscenario's voor Nederland, Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, herziene uitgave 2015, KNMI, De Bilt.

[17] AHN-2, Actueel Hoogtebestand Nederland, www.ahn.nl, geraadpleegd juli 2016.

[18] Randvoorwaarden per kavel voor het grondwater – RI oost Zeeburgereiland, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 3 maart 2014, documentnummer 186191.

[19] Structuurvisie Amsterdam 2040, economisch sterk en duurzaam, vastgesteld door gemeenteraad 17 februari 2011, gemeente Amsterdam.

[20] "Geohydrologisch Onderzoek Zeeburgereiland", OMEGAM, 18 augustus 2003, project (12)13.025.

[21] Geohydrologisch effect van IJburg eilandenrijk ter plaatse van de Diemerzeedijk. Omegam, november 1995.

[22] Gemeentelijk Rioleringsplan Amsterdam 2016-2021, 30 december 2015, Waternet.

Uitgangspunten

Voor het onderzoek zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De Sluisbuurt, Baaibuurt West en Baaibuurt Oost krijgen een vernieuwd watersysteem met een nieuwe locatie van de watergangen. De watergangen vormen de drainagebasis voor het grondwatersysteem. In de Bedrijvenstrook is geen nieuw oppervlaktewater gepland maar wel een grondwatermaatregel (zie verder onder Bedrijvenstrook).
- Ophoging van de Sluisbuurt, Bedrijvenstrook, Baaibuurt West en Baaibuurt Oost zal gebeuren met goed doorlatend zand (doorlatendheid minimaal $k=7$ m/dag met 95% betrouwbaarheid).
- In de huidige situatie is een aantal objecten in de ondergrond aanwezig (kelders, damwanden, kades). Deze hebben effect op de grondwaterstroming. In de toekomstige situatie wordt tevens rekening gehouden met een aantal nieuwe 1- en 2-laags kelders en kades in de te ontwikkelen buurten en de mate waarin ze waterremmend worden uitgevoerd.

Meer details over bovenstaande uitgangspunten en de overige uitgangspunten voor het grondwatermodel zijn genoemd in hoofdstuk 4.

Daarnaast vindt een aantal autonome ontwikkelingen plaats in het watersysteem:

- **Verlegging van de waterkeringen.** Dit is een grote ontwikkeling die deels al heeft plaatsgevonden. De aanleiding is dat de bewoners van Zeeburgereiland voldoende waterveiligheid moeten hebben. Dijkkring 44 wordt zodanig uitgebreid dat het Zeeburgereiland erbinnen gaat vallen. Hiertoe wordt aan de noord-, oost- en zuidzijde van het Zeeburgereiland een primaire waterkering aangelegd. Het noordelijk deel is in 2015 gereed gekomen en overgedragen aan beheerder Waternet. Het zuidelijk/oostelijk deel is in voorbereiding. Wanneer dit deel gereed en overgedragen is (circa 2022), kan de dijkkring worden uitgebreid. Dit heeft als consequentie dat de huidige waterkering aan de westzijde, langs het Amsterdam-Rijnkanaal, kan worden afgewaardeerd van primair naar secundair (of zelfs geen status). Er wordt weinig effect op het grondwater verwacht; het streefpeil in de interne watergangen, die als drainagebasis fungeren, blijft in alle fasen NAP -0,40 m.
- **Verhoging streefpeil IJmeer.** Mogelijk wordt het streefpeil van het IJmeer in de toekomst hoger ingesteld uit oogpunt van waterkwantiteit en klimaatadaptatie. Er is rekening gehouden met een maximaal 30 cm verhoogd peil in het IJmeer: hoogste peil wordt het toekomstig winterpeil; afgerond naar boven is dit NAP -0,1 m; bron [4]. Dit heeft een effect op de grondwaterstand aan de randen van het Zeeburgereiland. Zodoende is het verhoogd peil meegenomen in een gevoeligheidsanalyse met het grondwatermodel
- **Klimaatverandering.** In de toekomst wordt wegens klimaatverandering een toename van de neerslag verwacht. Dit betekent dat gemiddeld meer neerslag infiltreert naar het grondwater. De grondwateraanvulling door neerslag neemt toe met een verhogende effect op de grondwaterstanden. De verhoogde neerslaagaanvulling is daarom meegenomen in de gevoeligheidsanalyse met het grondwatermodel, in combinatie met het verhoogd IJmeerpeil. Er is rekening gehouden met het KNMI-

klimaatscenario WH (bron [16]), waarin de neerslag het meest toeneemt, voor het jaar 2085.

Daarop aansluitend zijn er planontwikkelingen op langere termijn in het watersysteem:

- **Open verbinding met het ARK.** Wanneer het watersysteem Zeeburgereiland integraal deel uitmaakt van dijkkring 44, is het mogelijk om een open verbinding te maken tussen het binnenwater van de Sluisbuurt en het ARK, beide met streefpeil van NAP -0,40 m. Wanneer de kering secundaire status krijgt, moet de verbinding afsluitbaar zijn met een deur om het Zeeburgereiland te beschermen tegen een hoogwatersituatie op het ARK (waterpeil NAP -0,10 m), eventueel vergezeld van een noodgemaal. De haalbaarheid van de open verbinding wordt nog onderzocht. Er wordt weinig effect op het grondwater verwacht; het streefpeil in de interne watergangen blijft in alle fasen NAP -0,40 m.
- **Opheffen van het gemaal.** Het poldergemaal bevindt zich aan de zuidwestzijde van het Zeeburgereiland. Opheffen van het gemaal wordt pas een optie nadat de afwaardering van de waterkering en de open verbinding met het ARK zijn gerealiseerd. Het huidige streefpeil is NAP -0,40 m en bij een open verbinding zou dit gelijk blijven. De haalbaarheid van de optie wordt onderzocht. Opheffen van het gemaal heeft geen effect op het grondwater.

Ontwikkelplannen

Het Zeeburgereiland wordt ontwikkeld tot een woongebied met tevens ruimte voor werken en recreatie. Het planologisch kader voor de herontwikkeling van het Zeeburgereiland wordt gevormd door de Structuurvisie Amsterdam 2040 [19]. De bestaande hoofdwegen Ringweg A10-oost, IJburglaan en Zuiderzeeweg zullen blijven bestaan. Deze hoofdinfrastructuur verdeelt het eiland in buurten met elk hun eigen ontwikkelingsstrategie.

In 2008 is voor de herontwikkeling van het Zeeburgereiland een MER opgesteld. Deze MER heeft als basis gediend voor het bestemmingsplan voor het eerste deelgebied dat in ontwikkeling is genomen, te weten deelgebied RI-Oost, thans de Sportheldenbuurt genoemd. Op dit moment is de ontwikkeling van twee nieuwe deelgebieden aan de orde: de Sluisbuurt en de Bedrijvenstrook. Hiervoor wordt het proces van een bestemmingsplan doorlopen. Op middellange termijn is ook de ontwikkeling voorzien van de Baaibuurt Oost en Baaibuurt West. Voor de Oostpunt worden momenteel geen ontwikkelingen voorzien.

Voor de huidige MER is geen integraal Ontwikkelingsplan beschikbaar maar wordt gebruik gemaakt van de actuele plannen voor de verschillende deelgebieden. Hieronder worden de actuele ontwikkelingen per deelgebied genoemd met een focus op de relevante zaken voor geohydrologie en geotechniek.

Sportheldenbuurt

De eerste ontwikkeling op het Zeeburgereiland betreft de Sportheldenbuurt op het terrein van de voormalige Rioolwaterzuivering Oost ("RI-Oost"). Dit gebied is bouwrijp gemaakt vanaf circa 2007, waarbij het gebied partieel is opgehoogd tot een maaiveldhoogte van NAP +1,32 m aan de randen en NAP +2,40 m in het centrale deel (bron [5]). De eerste bewoners vestigden zich in 2014. Op dit moment is circa de helft van de kavels bebouwd of is in aanbouw. De verwachting is dat over circa drie jaar de meeste kavels zijn bebouwd. Om te compenseren voor de verhardingstoename op de

Sportheldenbuurt en Bedrijvenstrook is rond 2009 een primaire watergang aangelegd rondom de Sportheldenbuurt. Deze ringwatergang dient tevens als drainagebasis voor het grondwatersysteem van de Sportheldenbuurt en Bedrijvenstrook. Door de vrij grote afstand tussen de watergangen, de slechte bodemopbouw (voormalig baggerdepot), de niet-integrale ophoogmethode (cunettenmethode) en de gefaseerde ontwikkeling met tijdelijk onverharde gebieden heeft er grondwateroverlast plaatsgevonden in de bouwfase. In de woonfase blijft grondwater een aandachtspunt; er zijn diverse maatregelen getroffen waardoor in de huidige situatie net wordt voldaan aan de grondwaternorm. De ervaringen hebben het inzicht opgeleverd dat integrale ophoging van de overige ontwikkelgebieden wenselijk is.

Bedrijvenstrook

De bedrijvenstrook zal een aantal bedrijven zonder woonfunctie bevatten. De planvorming voor de bedrijvenstrook is circa 2010 gestart maar is vanwege de economische crisis tijdelijk gestaakt. Vanaf 2015 is de planvorming voortgezet met een aantal concrete initiatieven en ontwikkelaars. In 2016 is het stedenbouwkundig plan uitgewerkt tot een concreet matenplan [9] voor de openbare ruimte. Het gebied wordt sterk verhard. Conform het ophoogadvies [6] wordt het gebied integraal opgehoogd tot een maaiveldhoogte van circa NAP +1,8 m met laagste maaiveld op NAP +1,4 m (Kaap Kotweg). Naar verwachting gebeurt het bouwrijp maken en ophogen circa 2017 en zullen de eerste gebruikers zich circa 2019 vestigen. Het is onduidelijk hoe lang het duurt voordat de buurt volledig is ontwikkeld. Het bestaande tankstation Kriterion blijft voorlopig in gebruik en wordt niet ontwikkeld; dit blijft op de huidige maaiveldhoogte van NAP +0,90 m liggen. Er wordt geen nieuw oppervlaktewater gemaakt. Om het grondwater voldoende laag te houden en grondwateroverlast op het terrein van Kriterion te voorkomen, wordt een grondwatermaatregel (huidig voorstel is grindkoffer met drainage, nog geen besluit welke uitvoeringsvorm) aangelegd tussen het op te hogen gebied en Kriterion [11], zie Figuur 2.



Figuur 2 Ligging grondwatermaatregel (huidig voorstel grindkoffer) Bedrijvenstrook (in rood) ten bate van de grondwaterbeheersing

Sluisbuurt

De Sluisbuurt wordt naar verwachting in 2017 bouwrijp gemaakt en het plan is in 2019 de eerste bewoners te ontvangen. De wijk wordt integraal opgehoogd en aangelegd op een maaiveldniveau van NAP +2,10 m (bron [7] en [8]). De huidige watergangen worden gedempt (met uitzondering van een deel van de noordelijke watergang langs de waterkering). Vervolgens wordt er een volledig nieuw watersysteem aangelegd met 12 m brede watergangen en een waterbassin. Dit is te zien in Figuur 3. Er is een relatief kleine afstand gepland tussen de watergangen, om de grondwaterstand voldoende laag te houden. Bij de ophoging van het maaiveld wordt rekening gehouden met huidige en toekomstige objecten in de bodem die effect hebben op de grondwaterstroming; dit zijn verticale kades en een aantal 1- en 2-laags parkeergarages. Om deze effecten te beperken, worden de verticale kades en 1-laagskelders grondwaterneutraal uitgevoerd, bijvoorbeeld door een grondverbetering eronder aan te leggen (bron [8]).



Figuur 3 Plankaart Sluisbuurt, concept 8 november 2016.

Baaibuurt West en Baaibuurt Oost

De ontwikkeling van de Baaibuurten zal in principe plaatsvinden nadat de Bedrijvenstrook en Sluisbuurt grotendeels bebouwd zijn. Aangezien het aantal bewoners in Amsterdam jaarlijks toeneemt met circa 5.000 à 10.000 personen en er een woningbouwopgave is, wordt de ontwikkeling van de Baaibuurten voorzien op middellange termijn, ergens tussen 2022 en 2030, mede afhankelijk van de economische situatie. De buurten beslaan een relatief klein deel van het Zeeburgereiland. Het maaiveld ligt hier vrij laag op gemiddeld circa NAP +0,6 m, en om een permanente woonfunctie mogelijk te maken is ophoging van het maaiveld noodzakelijk. Waarschijnlijk gaat de ophoging gepaard met een volledig nieuw watersysteem volgens het principe van de Sportheldenbuurt en Sluisbuurt. Het toekomstige watersysteem is nog niet bekend. In de MER van 2008 werd uitgegaan van 12 m brede ringwatergangen rondom de Baaibuurt West en Baaibuurt Oost.

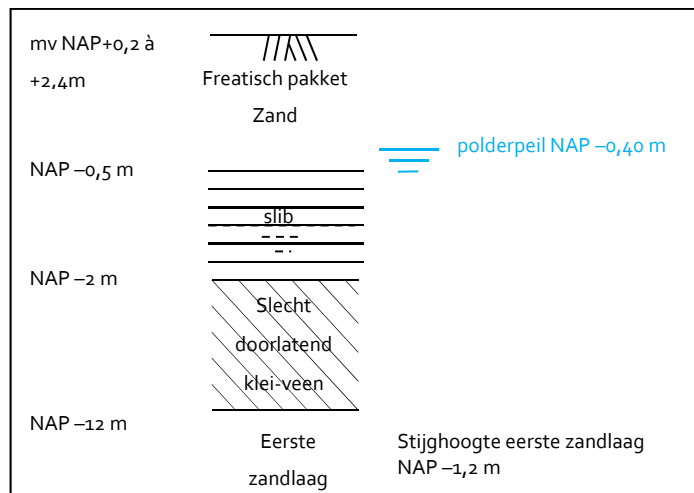
Oppervlaktewatersysteem gehele Zeeburgereiland

De hoofdwatergangen van de verschillende deelgebieden zijn en blijven met elkaar verbonden. Om voldoende afvoercapaciteit te hebben, is het nodig een aantal duikers te vergroten. Bij de ontwikkeling van het oppervlaktewatersysteem wordt rekening gehouden met de autonome ontwikkelingen zoals hiervoor beschreven. De bestaande waterpartijen in de oksels van de A10-afritten blijven bestaan; het plan is deze te verbinden met de interne watergangen van het Zeeburgereiland tijdens de aanleg van de waterkering aan de zuidzijde.

Gebiedsbeschrijving

Bodemopbouw

Het plangebied is een voormalige baggerbergplaats met een heterogene bodemopbouw. Het oorspronkelijk bodemmateriaal bestaat uit baggerslib waarop op diverse plaatsen een ophooglaag van zand is aangebracht. Het maaiveldniveau varieert van circa NAP +0,2 m tot NAP +2,4 m. De sliblaag onder de ophooglaag bestaat uit een afwisseling van kleiig en zandig materiaal. Onder het slib bevindt zich het Holocene klei-veen pakket met daaronder een watervoerend pakket. Aan de westzijde van het eiland bevindt zich onder het slib een geulvulling die is afgezet in de Oergeul van het IJ. In de geul is de oorspronkelijke bodem geërodeerd tot een diepte van circa NAP – 23 m. Deze geul is later opgevuld met de geulvulling (zand, veen en klei). Er zijn voor de deelgebieden in totaal tien karakteristieke grondprofielen opgesteld (bijlage 1) aan de hand van lokale sonderingen (met behulp van bron [10] en [20] zijn representatieve sonderingen gekozen die zijn weergegeven in bijlage 2). De bodemopbouw (buiten de geul) is geschematiseerd in Figuur 4

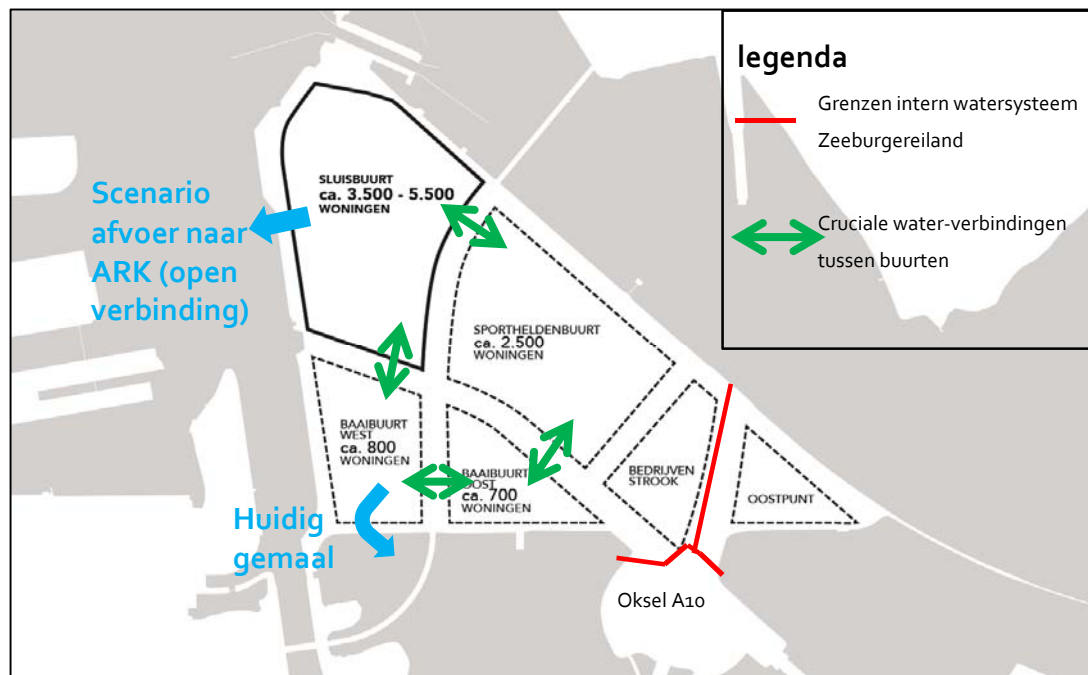


Figuur 4 Geschematiseerde bodemopbouw (buiten de geul)

Oppervlaktewatersysteem

Het huidige watersysteem op Zeeburgereiland is schematisch weergegeven in Figuur 5 en bestaat uit drie deelsystemen:

- Ten westen van de A10 wordt met het poldergemaal aan de Zuider IJdijk (Baaibuurt West) een streefpeil van NAP -0,40 m gehanteerd in het interne watersysteem.
- De watergang in de Oostpunt wordt bemalen via een apart poldergemaal op peil NAP -0,40 m.
- Het gebied rond de Ringweg A10-Oost bevat twee waterpartijen en kan door middel van afsluitbare duikers afwateren op het IJmeer. In de onderdoorgang onder de A10 wordt het grondwater permanent onderbemalen (geen watergangen) en het water wordt geloosd op de hoger gelegen waterpartijen via een gemaal.



Figuur 5 Schematisch watersysteem Zeeburgereiland

De waterlopen liggen op onregelmatige afstanden in het gebied. De reeds ontwikkelde Sportheldenbuurt heeft een 12 m brede ringwatergang. De randen van het eiland bestaan voor het grootste deel uit grondwaterdoorlatende waterkeringen. Het streefpeil voor het buitenwater van het IJmeer bedraagt NAP $-0,40$ m in de winter en NAP $-0,20$ m in de zomer. Het streefpeil voor het buitenwater van het IJ/Noordzeekanaal en het Amsterdam Rijnkanaal is NAP $-0,40$ m.

Grondwatersysteem

Het grondwater stroomt door het freatisch pakket (ophoogzand) af naar de watergangen en voor een deel naar het buitenwater. De grondwaterstanden worden gedomineerd door de matig doorlatende bodemopbouw, die mede wordt bepaald door het voormalig gebruik van grote delen van het eiland als baggerdepot. Dit levert relatief hoge grondwaterstanden op. Gebieden die ontwikkeld worden, worden dan ook opgehoogd met goed doorlatend zand om de grondwaterstroming te verbeteren. De Sportheldenbuurt is partieel opgehoogd volgens de cunettenmethode. Deze manier van niet-integraal bouwrijp maken heeft geleid tot grondwateroverlast in de tijdelijke situatie. Door het treffen van grondwatermaatregelen (drainages en grondverbeteringen) en het geleidelijk bebouwen van het gebied (waardoor minder hemelwater percoleert naar het grondwater) zijn de grondwaterstanden gedaald en is in de huidige toestand geen overlast meer. Permanente drainages zijn, voor zover bekend, aanwezig in de Sportheldenbuurt (boostergemaal en tussen blok 4 en 5).

De grondwaterstanden in de Sportheldenbuurt, Bedrijvenstrook en langs de IJburglaan worden regulier gemeten in een netwerk van peilbuizen. Daarnaast zijn er peilbuismetingen beschikbaar van de overige deelgebieden (met uitzondering van Oksel A10). De huidige gemiddelde freatische grondwaterstanden kunnen als volgt worden samengevat.

Tabel 1 Gemiddelde freatische grondwaterstanden (gemeten)

Deelgebied	gemeten gemiddelde freatische grondwaterstand (indicatie in m NAP)	Peilbuizen	Toelichting en bron
Sportheldenbuurt	+0,0 à +1,0	Peilbuizen IB 2, 3, 9, 20, 38, 40, 41, 42	dagelijkse metingen [13]
Bedrijvenstrook	+0,0 à +1,0	peilbuizen IB, 12, 14, 15, 24, 27, 37	dagelijkse metingen [13]
IJburglaan	-0,3 à +0,0	peilbuizen IB, 32, 33, 34, 35	dagelijkse metingen [13]
Sluisbuurt	+0,0 à +0,8	Projectpeilbuizen 1 t/m 20; Waternet-peilbuizen Do8025A, Do8026A, Do8027A	geplaatst door MOS Grondmechanica [12]; Waternet bron [14]
Baaiuurt West	-0,4 à +0,2	Waternet-peilbuizen Do8033A, Do8034A, Do8036A	inmiddels afgesloten, Bron [1] en [14]
Baaiuurt Oost	-0,5 à -0,3	Waternet-peilbuizen Do8037A, Do8038A, Do8039A	inmiddels afgesloten, Bron [1] en [14]
Oostpunt	+0,1 à +0,7	Waternet-peilbuizen Do8040A, Do8041A, Do8042A	inmiddels afgesloten, Bron [1] en [14]
Oksel A10	Geen metingen beschikbaar	-	-

De stijghoogten in het eerste watervoerend pakket zijn regulier gemeten in een aantal peilbuizen van Waternet en gemeente Amsterdam. De gemiddelde stijghoogten zijn zichtbaar in Tabel 2.

Tabel 2 Gemeten stijghoogten in 1^e watervoerend pakket

Deelgebied	gemeten gemiddelde stijghoogte ¹ (indicatie in m NAP)	In peilbuizen	Toelichting en bron
Sportheldenbuurt	-1,2	Peilbuis IB D1	[13]
Bedrijvenstrook	-1,2	Interpolatie van omliggende peilbuizen	[13] en [14]
IJburglaan	-1,2		
Sluisbuurt	-1,2	Waternet Do8020D, Do7002C, Do7002D	[14]
Baaihuurt West	-1,3	Waternet Do8001C, Do8001D Do8021C, Do8021D	[14]
Baaihuurt Oost	-1,2	Interpolatie van omliggende peilbuizen	[13] en [14]
Oostpunt en Oksel A10	-1,2	Waternet Do8022C, Do8022D	[14]

Uit Tabel 1 en Tabel 2 blijkt ten eerste dat de stijghoogte lager ligt dan de freatische grondwaterstand. Er is dus een situatie van inzijging van het freatisch pakket naar het eerste watervoerend pakket. Verder blijkt dat de stijghoogte nauwelijks varieert over het Zeeburgereiland. Daarnaast is geconstateerd dat er nauwelijks (<0,1 m) stijghoogteverschil is tussen de peilbuizen in de eerste zandlaag (eindigend op een C) en in de tweede zandlaag (eindigend op een D). Beide zandlagen vormen samen het eerste watervoerend pakket, dat in tweeën is gesplitst door de alleröd-laag (zie de karakteristieke grondprofielen in bijlage 1). De in Tabel 2 genoemde diepe peilbuizen zijn inmiddels niet meer actief en de meest actuele metingen zijn uit 2013. Het project Sluisbuurt heeft in februari 2016 een diepe peilbuis geplaatst, die vanwege de vrij korte meetreeks niet is betrokken in de gemiddelde stijghoogten. Deze peilbuis zal waarschijnlijk verdwijnen bij het bouwrijp maken van de Sluisbuurt. Het advies is daarom om één of twee diepe peilbuizen te plaatsen in reeds aangelegde straten, om een goede meetbasis te houden voor de ontwikkelingen op het Zeeburgereiland.

De doorlatendheid van de bestaande freatische pakketten is zeer wisselend, omdat de bodemopbouw uiterst variabel is. Bij de ontwikkeling van de Sportheldenbuurt zijn doorlatendheidstests gedaan. De resultaten hiervan zijn betrokken in het eerste grondwatermodel voor dit deelgebied. Bij het bouwrijp maken ontstond echter grondwateroverlast, waarbij het gebied grotendeels blank heeft gestaan. Het grondwatermodel bleek de werkelijke grondwaterstand te onderschatten. De oorzaak was ten eerste een slechte doorlatendheid van de oorspronkelijke grond. Ten tweede waren er wel plekken met goed doorlatend zand, maar deze zandbanen liepen niet door tot aan de watergang. Het grondwater komt onderweg kleibarrières tegen en wordt belemmerd in zijn afstroming. Aangezien de rest van het Zeeburgereiland een vergelijkbare historie heeft, is gekozen voor een conservatieve benadering van de grondwaterberekeningen voor de toekomstige situaties. In deze benadering is de aanname dat de huidige matig doorlatende grond na het opbrengen van de ophooglaag van goed doorlatend zand geohydrologisch gezien onderdeel gaat uitmaken van de slecht doorlatende laag. De huidige grond krijgt daarom in de berekeningen geen doorlatendheid toegekend en alle ontwikkelgebieden worden opgehoogd met nieuw, goed doorlatend zand dat als freatisch pakket

¹ afgerond naar boven op 0,1 m

fungeert. De Sportheldenbuurt is inmiddels partieel (cunetten) opgehoogd tot een niveau van NAP +1,32 en NAP +2,40 m in het centrale deel, met zand met een doorlatendheid van minimaal 7 m/dag (met 95% betrouwbaarheid). De overige buurten worden integraal opgehoogd met hetzelfde type zand. De Sluisbuurt wordt opgehoogd met tot een maaiveldniveau van NAP +2,10 m, de Bedrijvenstrook tot NAP +1,80 m (Kaap Kotweg NAP +1,40 m) en voor de Baaibuurt West en Baaibuurt Oost moet nog een ophoogadvies worden gemaakt waaruit de maaiveldhoogte volgt.

In het freatisch pakket zijn een aantal ondergrondse constructies aanwezig. Dit betreft voornamelijk een aantal woningkelders in de Sportheldenbuurt, de ondoorlatende tunnelwand van de Zeeburgertunnel A10 en de Pietheintunnel, de naastgelegen waterkering/damwand en de aeratietank op het RWZI-terrein. Deze objecten kunnen de grondwaterstroming belemmeren en daarmee de lokale grondwaterstand beïnvloeden. De ondergrondse bouwwerken, nu en in de toekomst, worden opgenomen in de grondwatermodellen voor de deelgebieden. In de huidige en toekomstige situatie zijn de keringen langs de grens van het eiland grondwaterdoorlatend, uitgezonderd de korte kaden ter plekke van de kruising met de A10, de Oranjesluizen en de Piet Heintunnel.

Eventueel aanwezige houten paalfunderingen kunnen bij te lage grondwaterstanden gaan droogvallen met het risico van paalrot. Op het eiland zijn geen houten paalfunderingen bekend en de bebouwing in de nieuwe buurten wordt op betonnen palen gefundeerd..

De scheidende laag heeft in dit deel van Amsterdam een hydraulische verticale weerstand (c-waarde) van circa 2.000 tot 5.000 dagen volgens bron [15]. In het grondwatermodel is de c-waarde voor het Zeeburgereiland op 4.000 dagen bepaald op basis van de lokale boringen/sonderingen en de ijking van het model op de gemeten grondwaterstanden, waarbij opgemerkt moet worden dat de c-waarde altijd in samenhang met de gebruikte doorlatendheden/doorlaatvermogen, de doorstroomde dikte van het freatisch pakket en de drainageweerstand van de watergangen beschouwd moet worden.

Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket is geschat op 300 tot 1.200 m²/dag (bron [21]).

Modeluitgangspunten

Er is een indicatief grondwatermodel opgezet voor het Zeeburgereiland met het programma Microfem versie 4.11. Als "huidige situatie" geldt de fysieke situatie anno 2016. In eerste instantie is de huidige situatie doorgerekend, waarin alleen de Sportheldenbuurt (deels) is ontwikkeld. Vervolgens is het model gebruikt om voor de toekomstige situatie de verandering van de grondwaterstanden als gevolg van de ontwikkelingen te bepalen.

Modeluitgangspunten huidige situatie

Bij de berekeningen voor de huidige situatie zijn de uitgangspunten van Tabel 3 gehanteerd.

Tabel 3 Modeluitgangspunten huidige situatie

modelparameter	Gehanteerde waarde	toelichting
Waterpeil in interne watergangen Zeeburgereiland	NAP -0,40 m	polderpeil
Waterpeil IJmeer	NAP -0,20 m	Zomerpeil (= hoogste streefpeil)
Waterpeil Amsterdam Rijnkanaal	NAP -0,40 m	Streefpeil gehele jaar
Waterdoorlatendheid van de waterkeringen buitenrand	Waterdoorlatend, met uitzondering van de kruisingen met de de Oranjesluizen, de Piet Heintunnel en de A10 / Zeeburgertunnel	-
Waterdoorlatendheid van de oevers interne watergangen	Waterdoorlatend	Taludoevers
Niveau onderkant freatisch pakket	Gelijk aan de onderkant van het aangebrachte zandpakket in cunetten in de Sportheldenbuurt, in andere deelgebieden circa NAP -0,5 m en gemodelleerd door middel van het doorlaatvermogen.	Is bepaald door de oorspronkelijke ijking in bron [2] te actualiseren en aan te passen met een globale ijking op de gemeten grondwaterstanden.
Doorlatendheid/doorlaatvermogen freatisch pakket	Ondergrondse bouwwerken zonder grondverbetering: doorlaatvermogen van 0 m ² /dag; Sportheldenbuurt in cunetten: doorlatendheid 6 m/dag; Sportheldenbuurt overig gebied: vast doorlaatvermogen 2,5 m ² /dag; Sluisbuurt, Oksel A10 : vast doorlaatvermogen van 2,5 m ² /dag; Baaibuurt West: vast doorlaatvermogen van 0,5 m ² /dag; Baaibuurt Oost: vast doorlaatvermogen van 8 m ² /dag; Bedrijvenstrook: vast doorlaatvermogen van 0,5 m ² /dag; Oostpunt: vast doorlaatvermogen van 2 m ² /dag.	De berekening is stationair uitgevoerd. In de meeste gebieden is niet freatisch gerekend maar is een vast doorlaatvermogen gehanteerd; dit is een bruikbare methode voor stationaire berekeningen.

modelparameter	Gehanteerde waarde	toelichting
Ondergrondse bouwwerken	Zeeburgertunnel en damwand/waterkering ten westen ervan, Pietheintunnel, woningkelders ² en aeratietank in Sportheldenbuurt	Freatisch pakket is ondoorlatend gemodelleerd, met uitzondering van bouwwerken waaronder een grondverbetering is aangelegd.
Drainages	Sportheldenbuurt: tussen blok 4 en 5 (drainagepeil NAP +0,3 m) en bij boostergemaal (drainagepeil NAP +1,05 m) beide met intreeweerstand 10 dagen	Alleen permanente drainages zijn meegenomen.
Drainageweerstand watergangen	10 dagen bij interne watergangen en buitenranden, 50 dagen interne watergangen Bedrijvenstrook	bepaald door ijking op de gemeten grondwaterstanden
Verticale hydraulische weerstand van de scheidende laag	4.000 dagen	
Stijghoogte eerste zandlaag	Vaste waarde van NAP -1,3 m voor Baaibuurt West, NAP -1,2 m voor overig gebied	Conform metingen
Bergingscoefficient freatisch pakket (storativity)	0,2	Standaardwaarde voor zand
Bergingscoefficient eerste watervoerend pakket (storativity)	0,00025	Standaardwaarde voor zand in spanningspakket
Aanvulling grondwater door neerslag	Sluisbuurt en Oostpunt (5% verhard) 0,7 mm/dag Okse A10 en Sportheldenbuurt (20% verhard): 0,6 mm/dag Bedrijvenstrook, Baaibuurt West en Baaibuurt Oost (35% verhard): 0,5 mm/dag	- Gemiddelde situatie - De waarden zijn bepaald aan de hand van het huidige verhardingspercentage per deelgebied (inclusief aanpalende hoofdwegen) en afgerond op 0,1 mm/dag: zie bijlage 3. - Geen klimaatverandering meegenomen (huidige situatie)
Doorlaatvermogen eerste watervoerend pakket	500 m ² /dag	-

Per deelgebied zijn de gemiddelde grondwaterstanden berekend. Voor de MER-procedure wordt uitgegaan van de fysieke situatie anno 2016 als referentiesituatie. In de voorliggende notitie wordt deze aangeduid als de "huidige situatie".

Modeluitgangspunten toekomstige situatie

In de toekomstige situatie veranderen de grondwaterstanden om de volgende redenen:

- Deelgebieden worden ontwikkeld, waardoor het verharde oppervlak toeneemt. Daardoor infiltreert minder hemelwater naar het grondwater en kunnen de grondwaterstanden dalen.

² In bron [23] staat aangegeven welke kelders gebouwd mogen worden. Volgens de actuele plannen zijn er woningkelders aanwezig of mogen er gebouwd worden onder de blokken 9, 10, 12, 16, 22, 24, 25, 26 en 27; deze zijn als ondoorlatend gemodelleerd. Kelderbouw op de overige kavels is alleen toegestaan als er grondverbeteringen aangelegd worden onder de kavels; deze kavels zijn gemodelleerd door een vast doorlaatvermogen van 2,5 m²/dag.

- De ondiepe bodemopbouw verandert door ophogingen en door de zettingen van de onderliggende grond. Hierdoor wijzigen de doorlatendheden en verandert de grondwaterstroming.
- Het oppervlaktewatersysteem gaat in de te ontwikkelen gebieden "op de schop", waarbij een geheel nieuw stelsel van watergangen kan ontstaan. Hierdoor verandert de grondwaterstroming.
- Er worden kelders en kades aangelegd die de grondwaterstroming kunnen belemmeren.

De bovenstaande factoren worden meegenomen in de modellering van de toekomstige situatie waarin alle deelgebieden zijn ontwikkeld. Daarbij is uitgegaan van het maximale verhardingspercentage dat kan optreden bij het maximale aantal woningen (9.560), waarbij de gebiedsverandering ten opzichte van de huidige situatie het grootst is en er de grootste grondwatereffecten optreden ten opzichte van de referentiesituatie. Overigens is het verwachte verhardingspercentage hetzelfde bij het minimaal aantal woningen van de bandbreedte en worden in dat geval minder hoge gebouwen aangelegd; het aantal woningen heeft binnen de bandbreedte dus geen effecten op het grondwater.

Vervolgens worden de grondwaterstanden vergeleken met de huidige situatie om het grondwatereffect van de plannen in beeld te brengen. Daarna worden de gevolgen voor het gebied en de omgeving beschouwd: dit gaat om het grondwatereffect maar ook om het afgeleide effect van zettingen.

Voor de berekeningen van de toekomstige situatie gelden de uitgangspunten van Tabel 4; alleen de uitgangspunten die afwijken van de huidige situatie zijn opgenomen. Voor een heldere vergelijking zijn de autonome ontwikkelingen klimaatverandering en verhoging waterpeil IJmeer niet meegenomen. In deze MER wordt een gevoeligheidsanalyse gedaan om het effect van deze autonome ontwikkelingen in combinatie met de ontwikkelplannen te onderzoeken. Daarnaast worden deze ontwikkelingen meegenomen in de afzonderlijke plannen per deelgebied: in het ontwerp en de inrichting van het gebied en in het grondwater-/ophoogadvies.

Tabel 4 Gewijzigde modeluitgangspunten in toekomstige situatie

modelparameter	Gehanteerde waarde	toelichting
Waterpeil IJmeer	NAP -0,20 m; <i>In de gevoeligheidsanalyse: NAP -0,1 m</i>	<i>In gevoeligheidsanalyse: verhoogd winterpeil conform bron [18] en afgerond naar boven op 0,1 m</i>
Watergangen	Nieuw watersysteem in Sluisbuurt, Baaibuurt West en Baaibuurt Oost.	Sluisbuurt conform [7], Baaibuurt West en Oost ringwatergangen conform [2].
Drainages	Grondwatermaatregel in Bedrijvenstrook (grindkoffer/drain met drainageniveau NAP -0,40 m met intreeweerstand 20 dagen)	Conform Figuur 2, bron [6] en bron [11].
Waterdoorlatendheid van de oevers interne watergangen	Waterdoorlatend (intreeweerstand van 10 dagen)	Waar verticale oevers zijn gepland (in elk geval Sluisbuurt), worden deze waterdoorlatend uitgevoerd conform bron [8].
Niveau onderkant freatisch pakket na zetting	NAP -0,5 m in alle ontwikkelgebieden	Nieuw ophoogzand zorgt voor samendrukking van oorspronkelijk

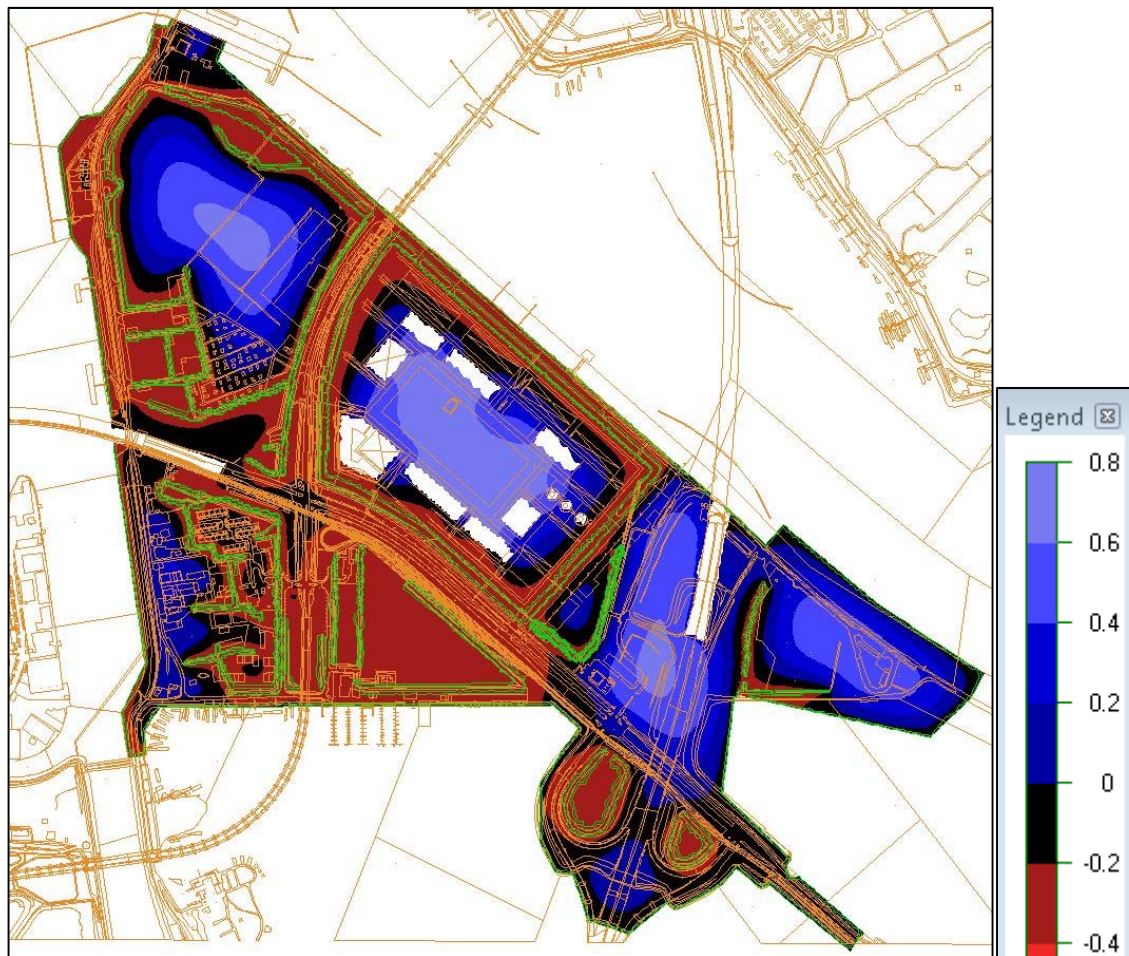
modelparameter	Gehanteerde waarde	toelichting
Doorlatendheid freatisch pakket	Doorlatendheid 7 m/dag in Sluisbuurt en Bedrijvenstrook, doorlatendheid 5 m/dag in Baaibuurt West en Baaibuurt Oost inclusief effect 2-laagskelders (zie hieronder).	maaiveld; nieuw zand gaat fungeren als freatisch pakket (freatisch gerekend) waarbij geen doorlatendheid meer wordt toegekend aan het oorspronkelijk maaiveld. Conservatieve (ruime) waarde voor zettingen in de bouwphase (1,0 m) aangehouden.
Ondergrondse bouwwerken	Nieuwe kelders in alle ontwikkelgebieden. Bij 1-laagskelders wordt uitgegaan van grondwaterneutraal bouwen met bijvoorbeeld een grondverbetering onder de kelder, conform bron [8]. Bij 2-laagskelders (vaak nodig bij hoogbouw) wordt aangenomen dat deze het freatisch pakket blokkeren.	Voor de Sluisbuurt zijn de locaties van 2-laagskelders overgenomen uit [7]. In de Bedrijvenstrook wordt noch hoogbouw noch 2-laagskelders voorzien. In de Baaibuurt West en Baaibuurt Oost zijn hoogbouw en 2-laagskelders mogelijk, om hiermee rekening te houden is de doorlatendheid van het ophoogzand in het model gereduceerd van 7 naar 5 m/dag.
Aanvulling grondwater door neerslag	Sluisbuurt, Baaibuurt West, Baaibuurt Oost, Bedrijvenstrook: 0,3 mm/dag; Overig gebied gelijk aan huidige: Sportheldenbuurt ³ en Oksel A10 = 0,6 mm/dag; Oostpunt = 0,7 mm/dag. <i>In de gevoeligheidsanalyse met klimaattoeslag, dit leidt tot de volgende aanvulling van het grondwater door neerslag:</i> Sluisbuurt, Baaibuurt West, Baaibuurt Oost, Bedrijvenstrook: 0,4 mm/dag; Sportheldenbuurt en Oksel A10 = 1,1 mm/dag; Oostpunt = 1,2 mm/dag.	Op basis van maximale toekomstige maximale verhardingspercentages per deelgebied (90% voor Sluisbuurt, Baaibuurt West, Baaibuurt Oost en Bedrijvenstrook). <i>In gevoeligheidsanalyse: Klimaattoeslag volgens KNMI-klimaatscenario WH-2085 conform bron [16], met 30% neerslagtoename in gemiddelde situatie.</i>

³ Om een heldere vergelijking mogelijk te maken is uitgegaan van het huidige verhardingspercentage van de Sportheldenbuurt. Het verhardingspercentage zal in de komende jaren verder toenemen, echter dit zal de grondwaterstand in de andere deelgebieden niet beïnvloeden. De reden is dat de ontwikkelingen van de Sportheldenbuurt in zijn geheel plaatsvinden binnen de ringwatergang, die fungeert als een geohydrologische (freatische) afscheiding met de omgeving.

Effect ontwikkeling op de grondwaterstand

Huidige situatie

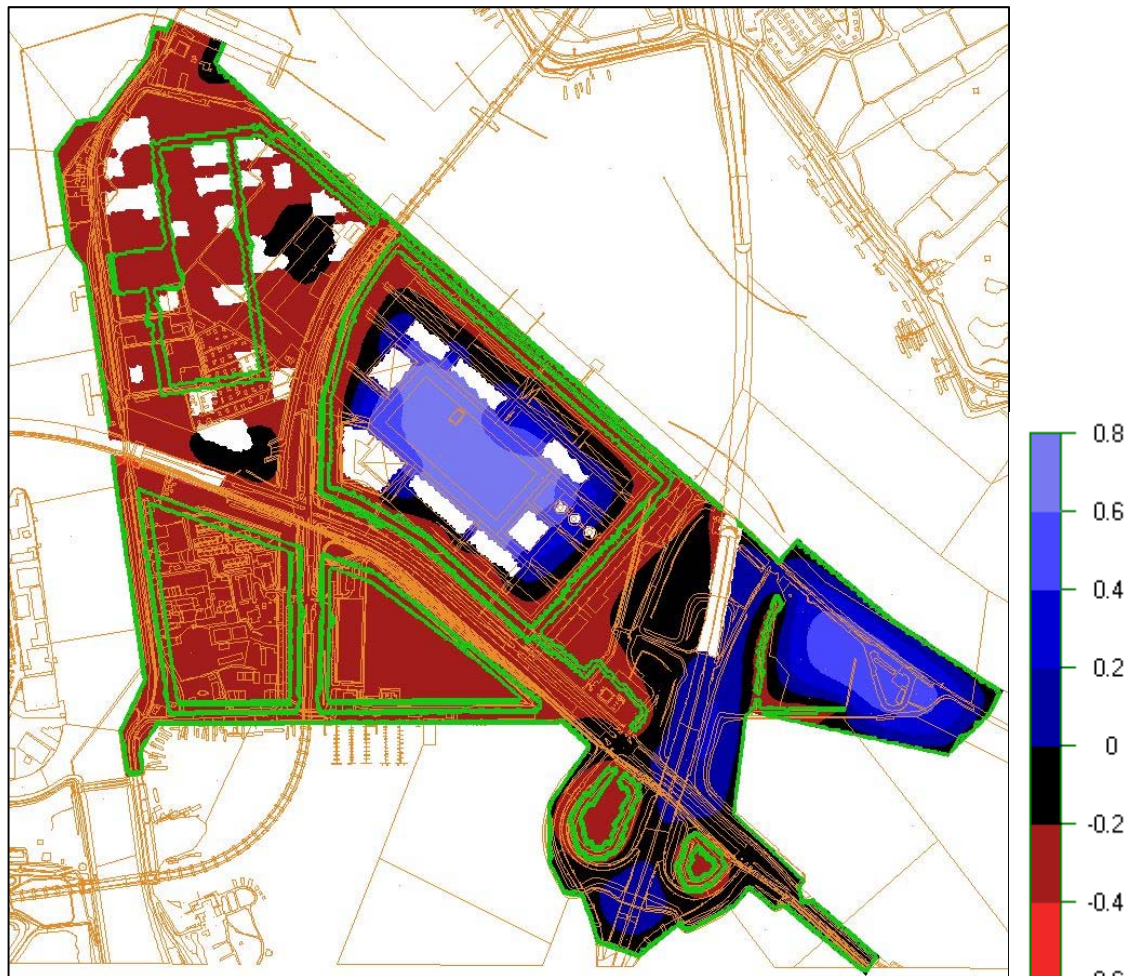
Met de uitgangspunten van Tabel 3 is de grondwatermodellering uitgevoerd voor de huidige situatie. De berekende grondwaterstanden zijn weergegeven in Figuur 6. Dit is de referentiesituatie waaraan toekomstige ontwikkelingen getoetst kunnen worden.



Figuur 6 Gemiddelde freatische grondwaterstanden in huidige situatie (m NAP), de witte delen zijn ondergrondse constructies, in groen de omtrek van de watergangen

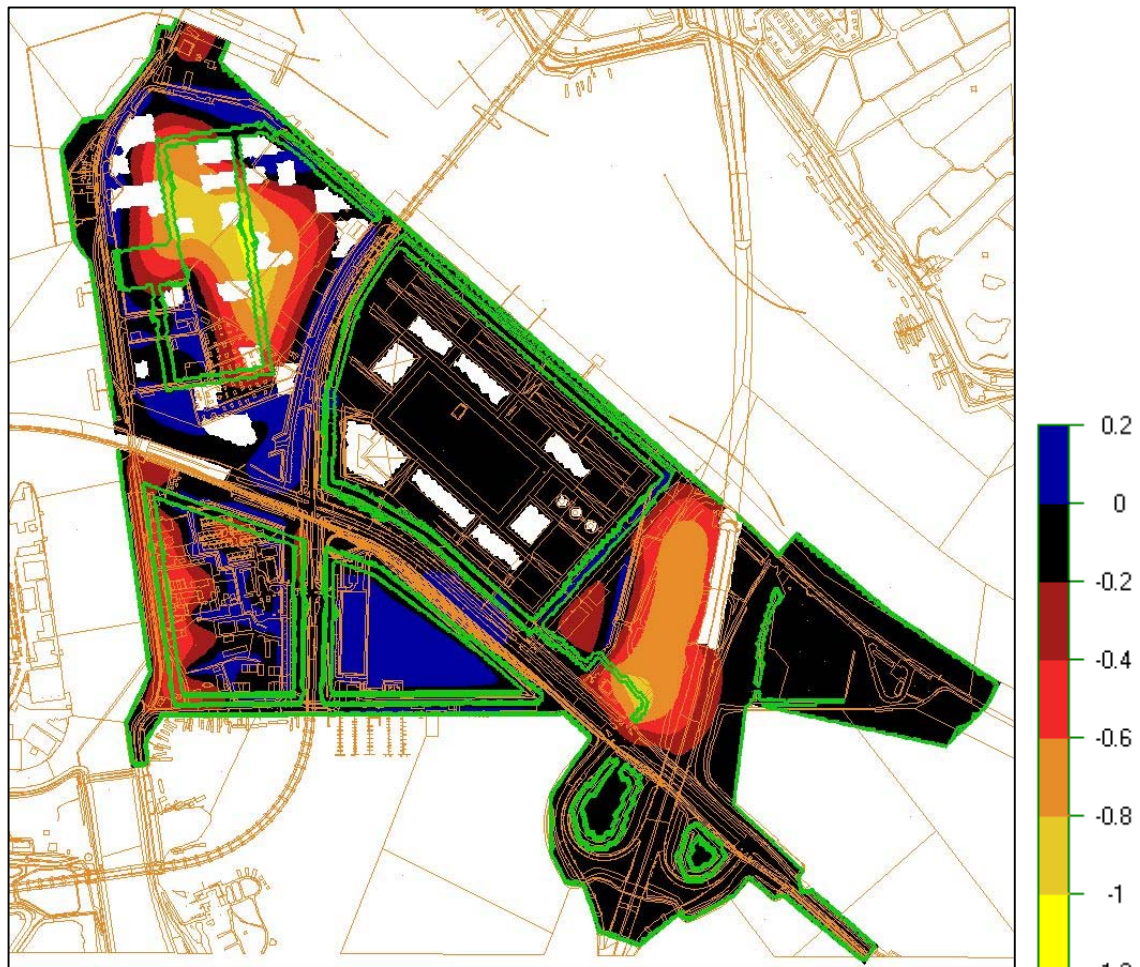
Toekomstige situatie

De toekomstige situatie, waarin het hele Zeeburgereiland is ontwikkeld, is doorerekend bij het huidige IJmeerpeil en huidig klimaat. De berekende toekomstige grondwaterstanden zijn weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7 Gemiddelde freatische grondwaterstanden (m NAP), in toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil en klimaat; de witte delen zijn ondergrondse constructies, in groen de omtrek van de watergangen inclusief de grondwatermaatregel bedrijvenstrook

Vervolgens kunnen de veranderingen in de gemiddelde grondwaterstand worden berekend. De veranderingen zijn weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8 Verandering van de freatische grondwaterstanden (in m) door de ontwikkelingen (witte vlekken zijn ondergrondse constructies, groen de omtrek van watergangen inclusief de grondwatermaatregel bedrijvenstrook); positieve getallen = stijging, negatieve getallen = daling.

In de ontwikkelgebieden komt een vernieuwd oppervlaktewatersysteem dat zorgt voor een betere ontwatering met maximaal 1,0 m daling tot maximaal 0,2 m stijging van grondwater tot gevolg. De grootste lokale verandering in de freatische grondwaterstand treedt op waar watergangen worden gedempt of gegraven. In de Sluisbuurt leidt dit tot grondwaterdalingen tot maximaal 1,0 m rondom het nieuwe stelsel van watergangen; met name in het centrale deel waar nu geen watergangen zijn. In de bedrijvenstrook is er een grondwaterverlaging tot maximaal 0,9 m berekend als gevolg van de aanleg van de grondwatermaatregel en de ophoging met goed doorlatend zand, wat een verschil is met het huidige zand dat een zeer lage doorlatendheid heeft. In de Baaibuurt West wordt als gevolg van de ringwatergang een grondwaterverlaging tot maximaal 0,6 m verwacht, die vooral optreedt aan de westzijde waar in de huidige situatie geen oppervlaktewater is. In de Baaibuurt Oost veranderen de grondwaterstanden weinig omdat de geplande ringwatergang qua locatie niet veel verschilt van het huidige stelsel van watergangen. De grondwaterstijgingen zijn beperkt en vinden plaats in de ontwikkelgebieden, waar in de gebiedsinrichting al rekening wordt gehouden met deze te verwachten grondwaterstanden. In de gebiedsinrichting wordt ook rekening gehouden met de situatie waarin de maximale verhardingspercentages (langdurig) niet worden gerealiseerd en de situatie meer lijkt op de

huidige situatie. De grondwaterstijgingen onder de hoofdwegen zijn verwaarloosbaar klein. De reden is dat de ontwikkelgebieden veelal aparte geohydrologische eenheden vormen in het freatisch pakket met niet of nauwelijks invloed op het grondwater in de omgeving. Het te handhaven Kriterion-terrein in de Bedrijvenstrook, dat relatief laag blijft liggen, ondervindt geen grondwaterstijgingen dus geen (toename van) grondwateroverlast, dit komt door de aanleg van de grondwatermaatregel. Aangezien er geen houten paalfunderingen zijn, vormen de grondwaterdalingen geen risico voor droogval van houten palen. De eventuele verplaatsing van grondwaterverontreinigingen valt buiten dit rapport en wordt elders in de MER behandeld; de opzet is dat dit risico wordt weggenomen door de ontwikkelgebieden waar nodig te saneren in het kader van het bouwrijp maken (zoals gebeurt in de Sluisbuurt). De grondwaterstroming in het 1^e watervoerend pakket wordt niet beïnvloed door de ontwikkelingen. Eventueel geplande WKO's (Warmte Koude Systemen) worden aangelegd in de diepere (tweede, derde) watervoerende pakketten en hebben daarom geen effect op de freatische grondwaterstanden; vergunningsaanvragen voor WKO's worden te zijner tijd apart getoetst door het bevoegd gezag op de effecten in de diepere pakketten. Buiten het Zeeburgereiland treden er geen grondwatereffecten op als gevolg van de ontwikkeling.

De conclusie is, dat er geen negatieve (omgevings)effecten optreden als gevolg van de grondwaterveranderingen. In Tabel 5 zijn de berekende grondwaterstanden en de grootste verandering samengevat per deelgebied.

Tabel 5 Gemiddelde grondwaterstanden per deelgebied en grootste verandering

Deelgebied (met karakteristieke bodemopbouw)	Hoogste grondwaterstand per deelgebied ⁴		Grootste verandering in grondwaterstand ⁴ , als gevolg van ontwikkelingen
	Huidige situatie	Toekomstige situatie	
A Sluisbuurt (buiten geul)	NAP +0,7 m	NAP -0,2 m	Van +0,2 tot -1,0 m
B Sluisbuurt (in geul)	NAP +0,2 m	NAP -0,2 m	Van +0,2 tot -0,7 m
C Baaibuurt West (in geul)	NAP +0,1 m	NAP -0,2 m	Van +0,2 tot -0,5 m
D Baaibuurt West (buiten geul)	NAP +0,2 m	NAP -0,2 m	Van +0,1 tot -0,6 m
E Sportheldenbuurt en Bedrijvenstrook	NAP +0,8 m	NAP +0,8 m	Van +0,1 tot -0,9 m
F Baaibuurt Oost	NAP -0,1 m	NAP -0,2 m	Van +0,2 tot -0,1 m
G Baaibuurt Oost (in geul)	NAP +0,1 m	NAP -0,2 m	Van +0,1 tot -0,2 m
H Oostpunt	NAP +0,6 m	NAP +0,6 m	Van 0 tot -0,4 m
I Oksel A10 (buiten geul)	NAP +0,5 m	NAP +0,2 m	Van 0 tot -0,4 m
J Oksel A10 (in geul)	NAP +0,1 m	NAP +0,1 m	0,0 m

De conclusie is dat de freatische grondwaterstroming binnen de deelgebieden sterk zal wijzigen door een verandering van het slotenpatroon: zie Figuur 8. De verandering in grondwaterstand betreft voornamelijk dalingen en zal het grootste zijn ter plaatse van de toekomstige watergangen. De verandering is niet eenduidig binnen de gebieden. Er worden geen negatieve (omgevings)effecten verwacht als gevolg van de grondwaterveranderingen. De stroming in het watervoerend pakket zal niet worden beïnvloed door de ontwikkelingen.

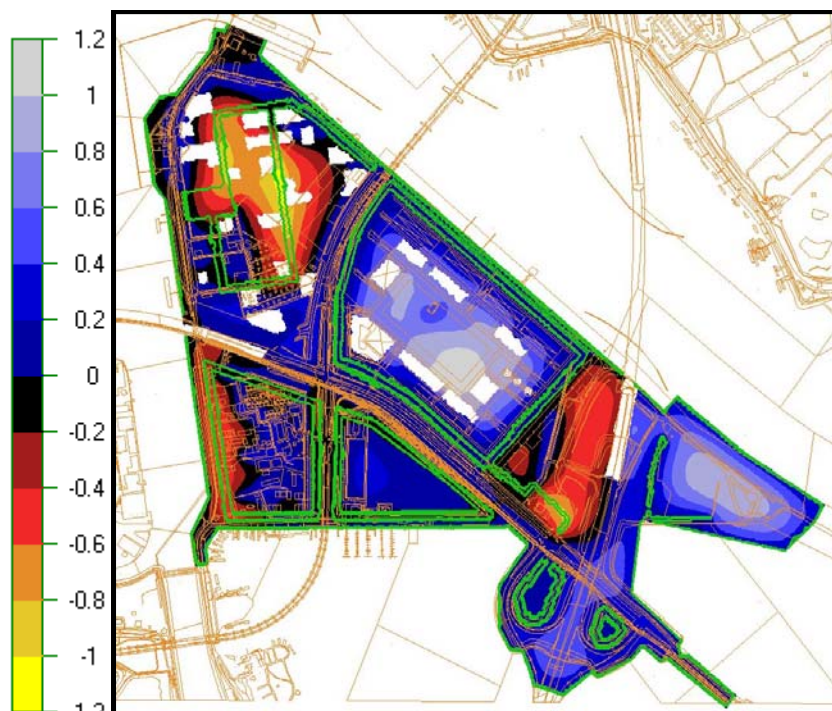
⁴ Afgerond op 0,1 m

Gevoeligheidsanalyse

Er is een gevoeligheidsanalyse gedaan, waarin de ontwikkelingen doorgerekend zijn met een verhoogd IJmeerpeil van NAP -0,1 m en een klimaatverandering conform KNMI-klimaatscenario WH-2085. Het doel is om een beeld te krijgen van het effect van de autonome ontwikkelingen in de toekomst, in combinatie met de geplande gebiedsontwikkelingen op het Zeeburgereiland. Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de grondwaterstanden met name in de bestaande gebieden tussen 0 en maximaal 1 m kunnen stijgen ten opzichte van de huidige situatie: zie Figuur 9.

Stijgingen komen voornamelijk door de toegenomen grondwateraanvulling als gevolg van grotere neerslag. De grondwaterstijgingen worden meegenomen in de planvorming van de verschillende deelgebieden. Het advies is in alle ophoogadviezen rekening te houden met het verhoogd IJmeerpeil en klimaattoeslag. Een voorbeeld is de ontwikkeling van de Sluisbuurt, waarbij deze factoren zijn meegenomen, wat heeft geleid tot een keuze voor de maaiveldhoogte in de Sluisbuurt van NAP +2,10 m. De ophoogadviezen voor de Baaibuurt West en Baaibuurt Oost dienen volgens dezelfde methodiek te worden gedaan. In de volgende paragraaf wordt de methodiek per deelgebied toegelicht. Ook in de renovatie van de bestaande gebieden en wegen is het verstandig om al rekening te houden met de autonome ontwikkelingen.

Daarnaast zijn er ook grondwaterdalingen. De grondwaterstanden liggen in alle deelgebieden hoger dan in de toekomstsituatie met huidig IJmeerpeil en klimaat. Dit betekent dat de grondwaterverlagingen en daarmee ook de zettingen beperkter zijn. De toekomstsituatie met huidig IJmeerpeil en klimaat is voor de grondwaterdalingen maatgevend en de effecten zullen onder "verwachte zettingen" verder worden beschouwd.



Figuur 9 Verandering van de freatische grondwaterstanden (in m) in gevoeligheidsanalyse met verhoogd IJmeerpeil en klimaattoeslag (witte vlekken zijn ondergrondse constructies, groene omtrekken de watergangen en grondwatermaatregel bedrijvenstrook)

Methodiek ophoging per deelgebied

Per deelgebied wordt er een advies gemaakt voor de benodigde toekomstige maaiveldhoogte. Daarbij is het uitgangspunt dat in alle gebieden een integrale ophoging noodzakelijk is. Met een grondwatermodel wordt berekend welke grondwaterstanden verwacht worden na de ontwikkeling in een maatgevende situatie, die eens per twee jaar voorkomt. Dit sluit aan op de methodiek van de grondwaternorm in het Gemeentelijk Rioleringsplan Amsterdam (bron [22]), waarbij de maatgevende grondwaterstand ten hoogste eens per twee jaar gedurende maximaal vijf aaneengesloten dagen mag worden overschreden. In de berekening worden alle toekomstige voorzienbare ontwikkelingen meegenomen. Klimaatverandering wordt meegenomen; voor de Sluisbuurt is klimaatscenario WH voor het jaar 2085 gehanteerd. Ook wordt het verhoogd IJmeerpeil meegenomen en eventuele andere (plan)ontwikkelingen met een effect op het grondwater. Per deelgebied wordt getoetst aan een ontwateringsnorm. Voor de woonfunctie met kruipruimteloos bouwen is de ontwateringsnorm 50 cm; bij toepassing van kruipruimtes is dat 90 cm. Voor bomen, plantsoenen en wegen geeft bron [22] geen ontwateringsnormen; per gebied is dit vrij te kiezen en kan een aanvullende norm gekozen door de gebiedsontwikkelaars. Een belangrijk aspect is bomen, die een ontwatering van 80 tot 100 cm nodig hebben. In de Sluisbuurt hebben de bomen een belangrijke functie in de kwaliteit van de leefomgeving en is ervoor gekozen om een ontwateringsnorm van 80 cm te hanteren, zodat de bomen voldoende wortelruimte vinden boven het grondwater en goed kunnen groeien. Een andere factor die men kan meewegen is de mate waarin men kunstmatige infiltratie van hemelwater op de kavels en in de openbare ruimte wil toestaan of bewerkstelligen: water vasthouden op de kavels vertraagt de neerslagpiek die moet worden afgevoerd door het hemelwater- en oppervlaktewaterstelsel en infiltratie vergroot de sponswerking van de ondergrond. Ook kan men rekening houden met tijdelijke situaties waarin gebieden grotendeels onverhard zijn, stedenbouwkundige aspecten of de gebiedshoogte ten opzichte van maatgevende peilen in het oppervlaktewater. Al deze factoren worden meegewogen in het advies voor de maaiveldhoogte bij de gekozen ontwateringsnorm. Het resultaat is een ontwerpberekening met voldoende veiligheden, waarbij het gebied hoog genoeg wordt aangelegd om toekomst- en klimaatbestendig te zijn zonder grondwateroverlast. Ook bij de renovatie van de omliggende wegen dienen deze aspecten te worden beschouwd.

Faseringen

Het Zeeburgereiland wordt per deelgebied integraal opgehoogd, waarbij elk deelgebied zijn eigen watersysteem krijgt. De ontwikkeling van een deelgebied heeft in de eindsituatie beperkte grondwatereffecten op de omgeving; deze worden beschouwd in het ophoogadvies. Aandachtspunt zijn naastliggende gebieden die niet worden opgehoogd, zoals Kriterion in de bedrijvenstrook waar een permanente grondwatermaatregel wordt getroffen. De tijdelijke effecten binnen en buiten het deelgebied worden beschouwd in een uitvoeringsplan; met peilbuizen worden de optredende grondwaterstanden tijdens de uitvoering gemonitord en worden waar nodig uitvoeringsmaatregelen getroffen. Een tijdelijk grondwatereffect is dat door de ophoging water wordt weggeperst uit de onderliggende klei-/veenlagen waardoor meer grondwater afstroomt. Een ander effect: als een deelgebied gefaseerd wordt ontwikkeld, blijft een deel onverhard, zodat een groter deel van de neerslag het grondwater bereikt en de grondwaterstanden hoger kunnen liggen dan in de eindsituatie. Ook kunnen er bemalingen plaatsvinden; deze mogen geen schadelijke effecten op de omgeving hebben zoals zettingen of schade aan bebouwing. Aangezien houten paalfunderingen niet bekend zijn. Bij de aanvraag van

de watervergunning toetst het bevoegd gezag de omgevingseffecten en tijdens de uitvoering vindt grondwatermonitoring plaats. Om schadelijke effecten te voorkomen, is een mogelijke uitvoeringsmaatregel om tijdelijke watergangen aan te leggen tussen de fasen. Watergangen zorgen voor een drainagebasis voor het grondwater en een geohydrologische (freatische) scheiding tussen de fasen. Dit laatste betekent dat de verschillende fasen geen (freatisch) grondwatereffect op elkaar hebben.

Verwachte zettingen

Als gevolg van de verlaging van de grondwaterstand in de deelgebieden kunnen maaiveldzettingen ontstaan. Deze zettingen zijn afhankelijk van de aard en samenstelling van de ondergrond, de bovenbelasting en de grootte van de grondwaterstandsverlaging. Op basis van de grondwaterstandsverlagingen en de in bijlage 1 genoemde grondopbouw zijn voor de deelgebieden de verwachte zettingen bepaald. Enkele deelgebieden zijn vanwege de aanwezigheid van de 'Oergeul' opgesplitst in twee deelgebieden (een gebied binnen en een gebied buiten de Oergeul).

In Tabel 6 zijn voor de deelgebieden de te verwachten eindzettingen gepresenteerd. Uit deze tabel blijkt dat de eindzettingen verwaarloosbaar klein zijn. Met eindzetting wordt de zetting bedoeld die ontstaat, 10.000 dagen na het begin van de grondwaterstandsverlaging. In de toekomstige situatie (met huidig IJmeerpeil en klimaat) bedraagt de eindzetting in de deelgebieden maximaal 0,07 m. Wanneer de eindzetting gerelateerd wordt aan de duur van 10.000 dagen kan deze zetting als verwaarloosbaar klein worden aangemerkt.

In de gevoeligheidsanalyse is de toekomstige situatie mét verhoogd IJmeerpeil en klimaatverandering berekend. De optredende grondwaterverlagingen zijn kleiner dan in de toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil en klimaat. Dit betekent dat ook de zettingen kleiner zijn. Derhalve is de toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil en klimaat maatgevend, zoals gepresenteerd in Tabel 6.

Tabel 6 Verwachte zetting na 10.000 dagen, toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil/klimaat

Deelgebied met karakteristieke bodemopbouw	Grootste grondwaterstandsverlaging	Eindzetting*
A Sluisbuurt (buiten geul)	1,0 m	0,06 m
B Sluisbuurt (in geul)	0,7 m	0,07 m
C Baaibuurt West (in geul)	0,5 m	0,05 m
D Baaibuurt West (buiten geul)	0,6 m	0,03 m
E Sportheldenbuurt en Bedrijvenstrook	0,9 m	0,05 m
F Baaibuurt Oost	0,1 m	0,0 m
G Baaibuurt Oost (in geul)	0,2 m	0,0 m
H Oostpunt	0,4 m	0,01 m
I Oksel A10 (buiten geul)	0,4 m	0,01 m
J Oksel A10 (in geul)	0,0 m	0,0 m

* de eindzetting is de zetting in de gebruiksfase (is de zetting vanaf start grondwaterstandsverlaging tot 10.000 dagen daarna). De zetting geldt alleen voor de locatie binnen het deelgebied waar de grootste grondwaterverlaging optreedt; de zettingen in de rest van het deelgebied zijn lager.

Op dit moment is het toekomstig maaiveldniveau voor de meeste deelgebieden onbekend. Daarom is in de berekening van de eindzetting van Tabel 6 alleen rekening gehouden met een verlaging van de freatische grondwaterstand. Wanneer het toekomstig maaiveldniveau bekend is wordt een ophoogadvies per deelgebied gegeven met de te verwachten zettingen. Daarbij wordt rekening gehouden met de objecten in het deelgebied en de directe omgeving en worden de eisen van de objectbeheerders meegenomen. Voor het ontwikkelgebied wordt een restzettingseis van 20 cm gehanteerd. Dit wordt meegenomen in de afzonderlijke plannen per deelgebied: in het ontwerp en de inrichting van het gebied en in het grondwater-/ophoogadvies.

Conclusies

Voor het ruimtelijk plan Zeeburgereiland moet de MER-procedure worden gevolgd. In dit rapport zijn het effect van de ontwikkelingen op de grondwaterstanden en de geotechnische consequenties bepaald. In de ontwikkelgebieden zal het huidige maaiveld worden opgehoogd en er zal een nieuw stelsel van watergangen worden aangelegd. Als gevolg hiervan zullen de grondwaterstanden veranderen en kan zetting optreden.

De gemiddelde grondwaterstanden variëren tussen de deelgebieden. De huidige grondwaterstand is met het grondwatermodel Zeeburgereiland gesimuleerd. In dit grondwatermodel kunnen vervolgens toekomsituaties worden ingevoerd.

De toekomstige situatie met ontwikkeling van alle deelgebieden is gemodelleerd. Daarbij is rekening gehouden met het maximale aantal woningen en een maximaal verhardingspercentage, leidend tot de grootste grondwatereffecten. Overigens heeft het aantal woningen binnen de bandbreedte geen effecten op het verhardingspercentage en het grondwater; alleen de bouwhoogte kan variëren. Als gevolg van de ontwikkeling is er een verandering in de grondwaterstand die sterk varieert binnen de deelgebieden, van een daling tot maximaal 1,0 m tot een stijging van maximaal 0,2 m. De grondwaterstand verandert het meest ter plaatse van de geplande watergangen.

De grondwaterstroming binnen de deelgebieden zal sterk wijzigen door een verandering van het slotenpatroon. De verandering is niet eenduidig binnen de gebieden. De grondwaterstijgingen zijn beperkt en vinden plaats in de ontwikkelgebieden, waar in de gebiedsinrichting al rekening wordt gehouden met deze te verwachten grondwaterstanden. Dit gebeurt door in het ophoogadvies per deelgebied rekening te houden met alle toekomstige (autonome en plan-) ontwikkelingen, zoals klimaatverandering, een verhoogd IJmeerpeil, de mogelijkheid van infiltratie van hemelwater op de kavels en in de openbare ruimte en de gewenste ontwateringsnorm. Hierin wordt ook rekening gehouden met de situatie waarin de maximale verhardingspercentages (langdurig) niet worden gerealiseerd en de situatie meer lijkt op de huidige situatie met een hogere grondwateraanvulling. Het doel is dat het gebied hoog genoeg wordt aangelegd om toekomst- en klimaatbestendig te zijn zonder grondwateroverlast. Ook bij de renovatie van de omliggende wegen dienen deze aspecten waar nodig te worden beschouwd.

De grondwaterstijgingen onder de hoofdwegen zijn verwaarloosbaar klein. De reden is dat de ontwikkelgebieden veelal aparte geohydrologische eenheden vormen in het freatisch pakket met niet of nauwelijks invloed op het grondwater in de omgeving. Het te handhaven Kriterion-terrein in de Bedrijvenstrook, dat relatief laag blijft liggen, ondervindt geen grondwaterstijgingen dus geen (toename van) grondwateroverlast, dit komt door de aanleg van de grondwatermaatregel. Ook bij overige laagliggende, te handhaven maaivelden dient de noodzaak van een grondwatermaatregel onderzocht te worden. Aangezien er geen houten paalfunderingen zijn, vormen grondwaterdalingen geen risico voor droogval van houten palen.

Als gevolg van de grondwaterstandsverlaging ontstaan geringe zettingen in de deelgebieden. In de toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil en klimaat bedraagt de maximale eindzetting 0,07 m. Wanneer de eindzetting gerelateerd wordt aan de duur van 10.000 dagen kan deze zetting als verwaarloosbaar klein worden aangemerkt.

Bij de gevoeligheidsanalyse zijn tevens de autonome ontwikkelingen van een verhoogd IJmeerpeil en klimaatverandering meegenomen. In dit scenario zijn de dalingen geringer en zijn er meer grondwaterstijgingen te verwachten. In de ophoogadviezen per deelgebied wordt rekening gehouden met deze autonome ontwikkelingen en worden tevens de eisen van alle objectbeheerders meegenomen in relatie tot de ophoging. Het is verstandig om hier bij de renovatie van bestaande gebieden en hoofdwegen ook al rekening mee te houden.

De stroming in het watervoerend pakket zal niet worden beïnvloed door de ontwikkelingen. Eventueel geplande WKO's (Warmte Koude Systemen) worden aangelegd in de diepere (tweede, derde) watervoerende pakketten en hebben daarom geen effect op de freatische grondwaterstanden; vergunningsaanvragen voor WKO's worden te zijner tijd apart getoetst door het bevoegd gezag op de effecten in de diepere pakketten. Buiten het Zeeburgereiland treden er geen grondwatereffecten op als gevolg van de ontwikkeling.

De tijdelijke effecten binnen en buiten het deelgebied worden beschouwd in een uitvoeringsplan; met peilbuizen worden de optredende grondwaterstanden tijdens de uitvoering gemonitord en worden waar nodig uitvoeringsmaatregelen getroffen. In alle uitvoeringsfasen dienen negatieve grondwatereffecten voorkomen te worden tijdens de (ophoog)werkzaamheden en eventuele bouwbelemmeringen. Waar nodig worden uitvoeringsmaatregelen getroffen zoals tijdelijke watergangen tussen de fasen. Het effect van bouwbelemmeringen op de omgeving wordt bij de aanvraag watervergunning getoetst door het bevoegd gezag en er worden de benodigde maatregelen getroffen.

De conclusie is, dat er geen negatieve (omgevings)effecten optreden als gevolg van de grondwaterveranderingen die optreden bij de ontwikkeling van het Zeeburgereiland.

De berekende grondwaterstanden zijn gemiddelde grondwaterstanden ten behoeve van de MER. Voor toetsing aan gemeentelijke grondwaternorm zijn berekeningen nodig met een andere systematiek. Dit rapport is derhalve uitsluitend te gebruiken bij de MER.

Het advies is om in de bestaande straten één of twee peilbuizen te plaatsen in het eerste watervoerend pakket, om een goede meetbasis te houden voor de ontwikkelingen op het Zeeburgereiland.

Bijlage 1 Karakteristieke bodemopbouw per deelgebied

Kaart met deelgebieden A t/m J met karakteristieke bodemopbouw



Hierboven deelgebieden A t/m H: de bodemopbouw van de aanpalende wegen kan gelijk gesteld worden aan het dichtstbijzijnde deelgebied.

Hieronder: deelgebied I en J in deelgebied Oksel A10.



Karakteristieke bodemopbouw per deelgebied

Deelgebied A			
CPT nr 4 (3584220) BAM	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+0,2 m t/m -3 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-3 m t/m -9,5 m	14
	Hydrobiaklei	-9,5 m t/m -12 m	15
	Basisveen	-12 m t/m -12,5 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12,5 m t/m -14,5 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-14,5 m t/m -16 m	18
	2 ^e Zandlaag	-16 m t/m -17,5 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-17,5 m t/m -18 m	18
	2 ^e zandlaag	-18 m tot einde sondering -19,5 m	20

Deelgebied B (in de geul)			
S68 (002838) BAM	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	-0,5 m t/m -3 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-3 m t/m - 17 m	14
	Geulvulling, zand en klei matig vast met sporen veen	- 17 m t/m -21 m	16,5
	Veen	-21 m t/m -21,7 m	11,5
	2 ^e zandlaag	-21,7 m t/m -28,5 m	20
	Eemklei	-28,5 m tot einde sondering -32 m	17

Deelgebied C (in de geul)			
D8-468	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+0,2 m t/m -2 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-2 m t/m – 13 m	14
	Geulvulling, zand en klei matig vast met sporen veen	- 13 m t/m -20,5 m	16,5
	2 ^e zandlaag	-20,5 m t/m -25,5 m	20
	Marien siltig Eemzand	-25,5 m t/m -28,5 m	18,5
	Eemklei	-28,5 m tot einde sondering -30 m	17

Deelgebied D			
D8-434	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+1 m t/m -1 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-1 m t/m -7 m	14
	Wadafzetting, zand zeer fijn, sterk kleiig	-7 m t/m -9,5 m	16,5
	Hydrobiaklei	-9,5 m t/m -11,5 m	15
	Basisveen	-11,5 m t/m -12 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12 m t/m -16 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-16 m t/m -18 m	18
	2 ^e Zandlaag	-18 m t/m -24 m	20
	Marien siltig Eemzand	-24 m t/m -28,5 m	18,5
	Eemklei	-28,5 m tot einde sondering -31,5 m	17

Deelgebied E			
D8-439	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+1,5 m t/m -0,5 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-0,5 m t/m -9,5 m	14
	Wadafzetting, zand zeer fijn, sterk kleiig	-9,5 m t/m -11 m	17
	Hydrobiaklei	-11 m t/m -12 m	15
	Basisveen	-12 m t/m -12,3 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12,3 m t/m -14 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-14 m t/m -17 m	18
	2 ^e Zandlaag	-17 m t/m -24 m	20
	Marien siltig Eemzand	-24 m tot einde sondering -25 m	18,5

Deelgebied F			
CPT nr 13 (3584220) BAM	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+0,5 m t/m -2 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-2 m t/m -7,5 m	14
	Wadafzetting, zand zeer fijn, sterk kleiig	-7,5 m t/m -11 m	17
	Hydrobiaklei	-11 m t/m -11,5 m	15
	Basisveen	-11,5 m t/m -12 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12 m t/m -15 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-15 m t/m -17,5 m	18
	2 ^e Zandlaag	-17,5 m tot einde sondering -24,5 m	20

Deelgebied G (in de geul)			
D8-418	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+1,2 m t/m -1,5 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-1,5 m t/m – 10 m	14
	Geulvulling, zand en klei matig vast met sporen veen	- 10 m t/m -18 m	16,5
	2 ^e zandlaag	-18 m tot einde sondering -20 m	20

Deelgebied H			
D8-360	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met kleilaagjes	+2 m t/m -8,5 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-8,5 m t/m -10 m	14
	klei	-10 m t/m -12,2 m	15
	Basisveen	-12,2 m t/m -12,5 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12,5 m t/m -15 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-15 m t/m -17,5 m	18
	2 ^e Zandlaag	-17,5 m tot einde sondering -20 m	20
	eind sondering		

Deelgebied I (buiten de geul)			
CPT nr DKM ₃ (4010-0759)	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met kleilaagjes	+1,4 m t/m -4,2 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-4,2 m t/m -10,2 m	14
	Wadafzetting, zand zeer fijn, sterk kleiig	-10,2 m t/m -11,6 m	17
	Hydrobiaklei	-11,6 m t/m -12,2 m	15
	Basisveen	-12,2 m t/m -12,6 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12,6 m t/m -14,5 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-14,5 m t/m -15,5 m	18
	2 ^e Zandlaag	-15,5 m t/m -17,5 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-17,5 m t/m -18,2 m	18
	2 ^e zandlaag	-18,2 t/m -24 m	20
	Eemklei	-24 m tot einde sondering -28,5 m	17

Deelgebied J (in de geul)			
S5 (3840547) BAM	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met kleilaagjes	+0,9 m t/m -5 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-5 m t/m -11 m	14
	Geulvulling, zand en klei matig vast	-11 t/m -23 m	16,5
	2 ^e zandlaag	-23 t/m -25 m	20
	Marien siltig Eemzand	-25 m t/m -26 m	18,5
	Eemklei	-26 tot einde sondering -30 m	17

Bijlage 2 maatgevende sondering per deelgebied

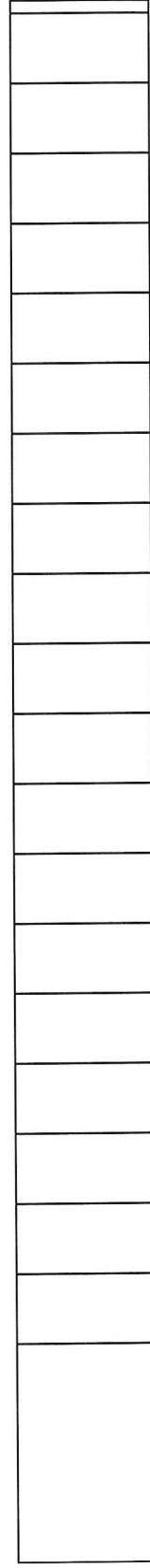
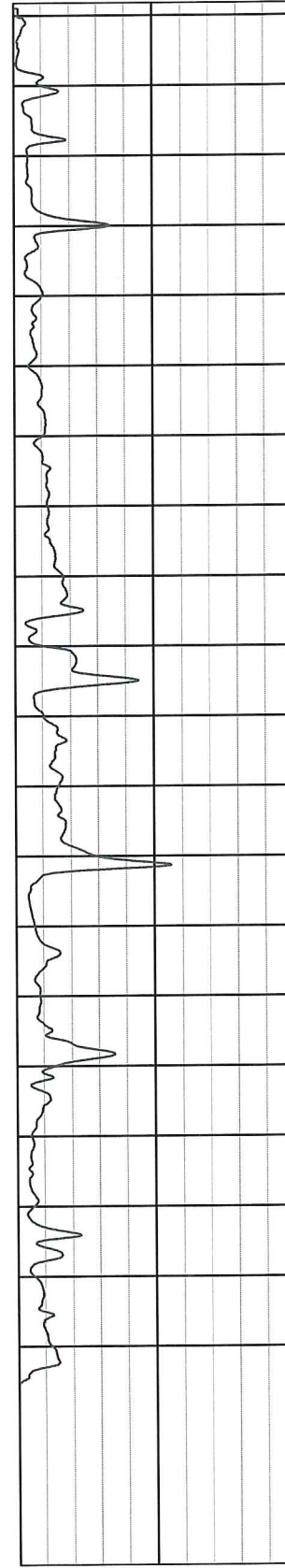
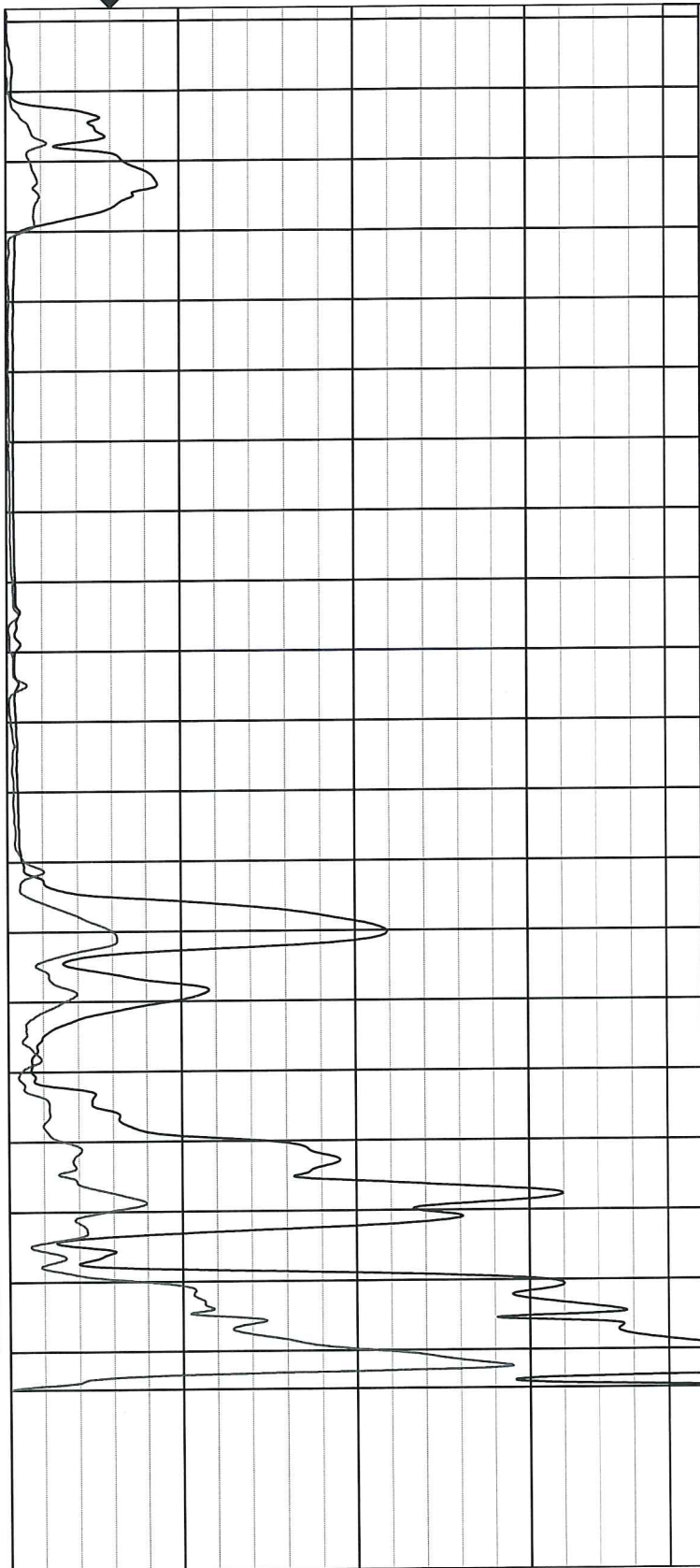
Deelgebied A

Test Results

Level
(m)

NAP +0,18 m

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19



0 qc (MPa) → 10 20 30 40 0 Rf (%) → 5 10
0 fs (MPa) → 0.25 0.5 0.75 1 0.5 ← 0 u (MPa) -0.5

E : 125924 (m)

N : 487769 (m)

Job: 3584220

Zeeburgereiland Amsterdam

Project:

Drilled by:

Date: 2005.01.18

Rig:

CPT No.: 4

Executed by:

Checked by:

Approved by:

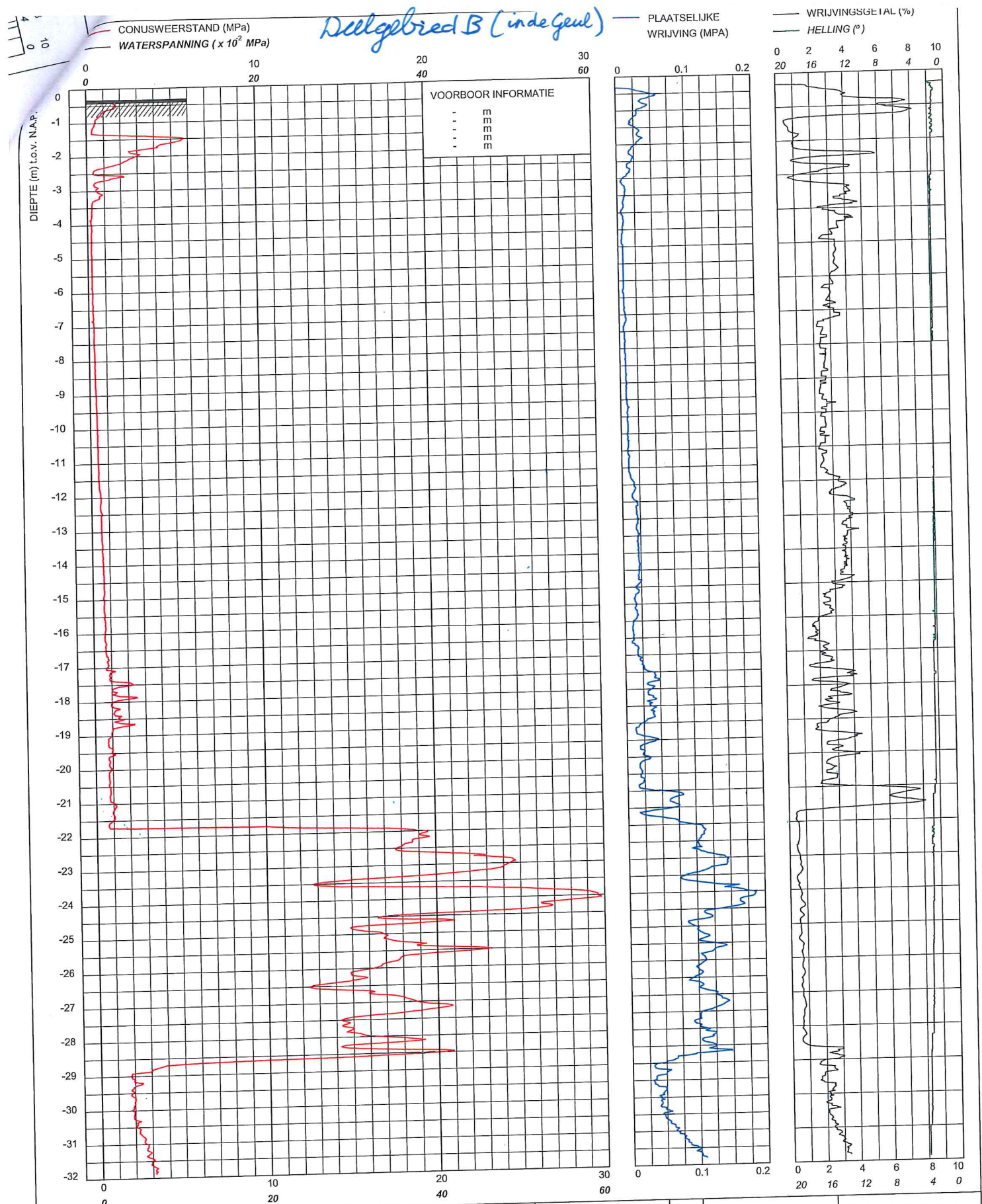
Date:

Encl. No.:

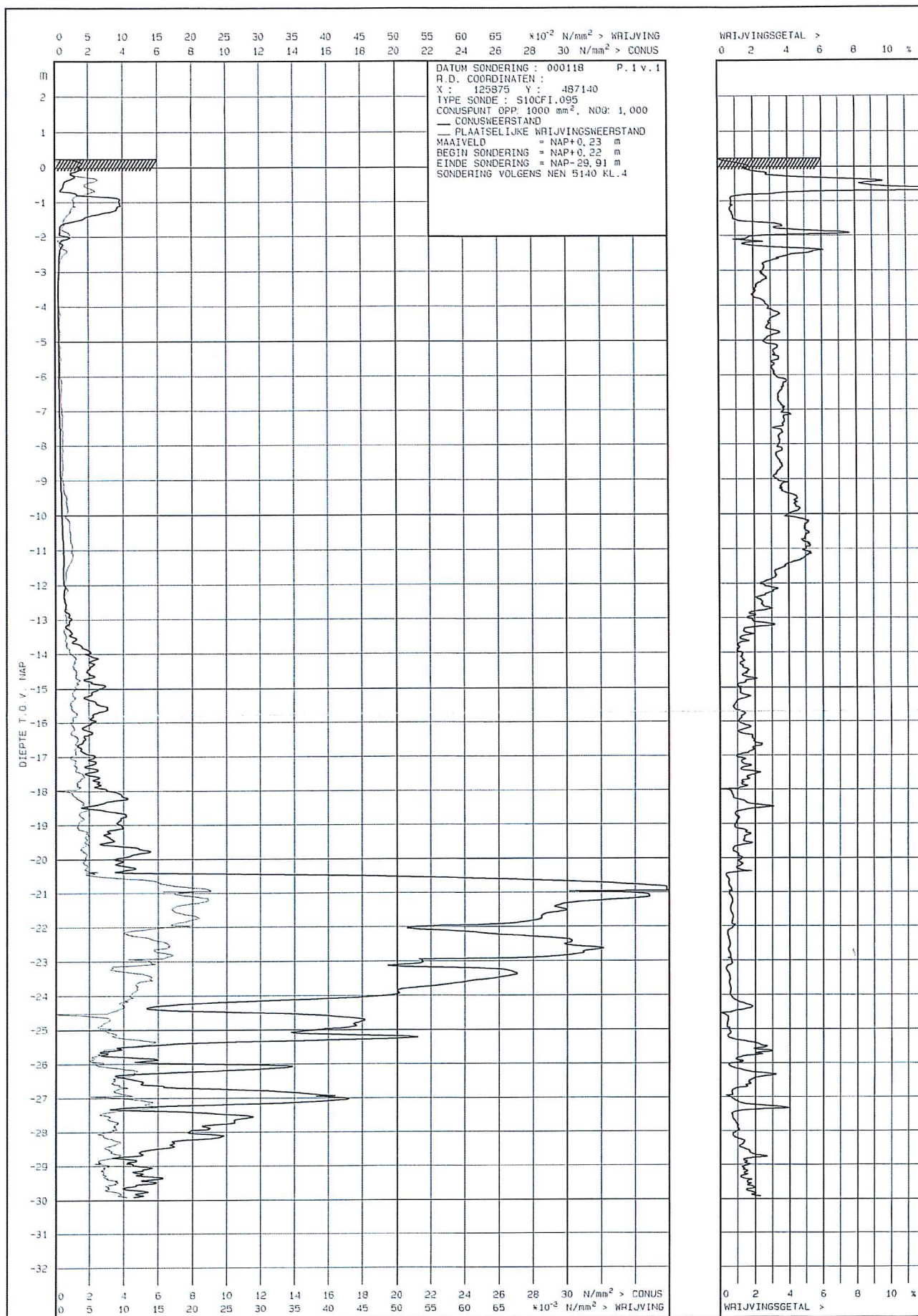
P. 1/1

RAMBOLL

CPT profile



gebied C (in de geul)



OMEGAM
GRONDMECHANICA
AMSTERDAM

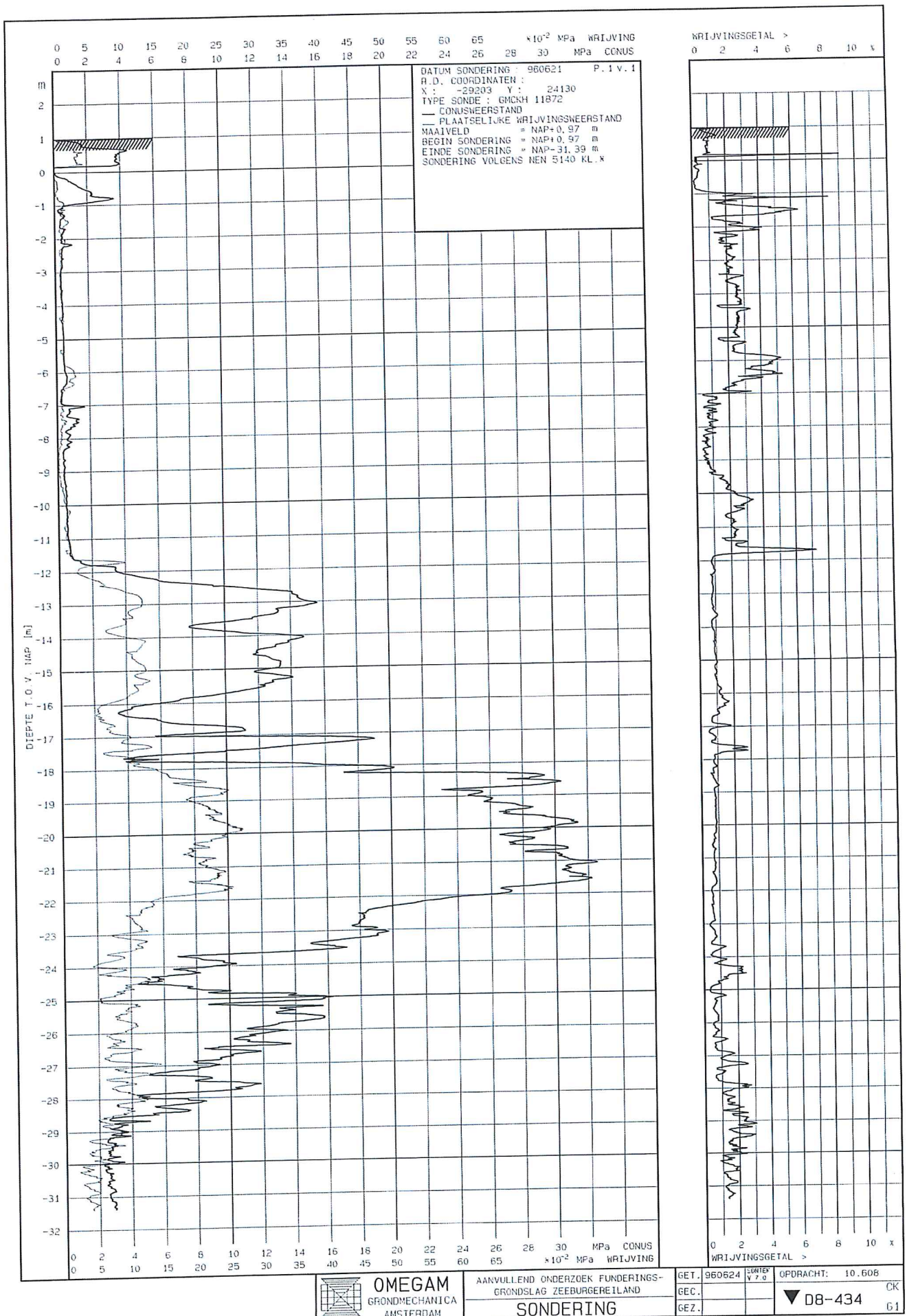
ASIELZOEKERCENTRUM
ZEEBURGEREILAND
SONDERING

GET. 000119
GEC.
GEZ.

OPDRACHT: 12.008

▼ D8-468

gebied D



Gebied E

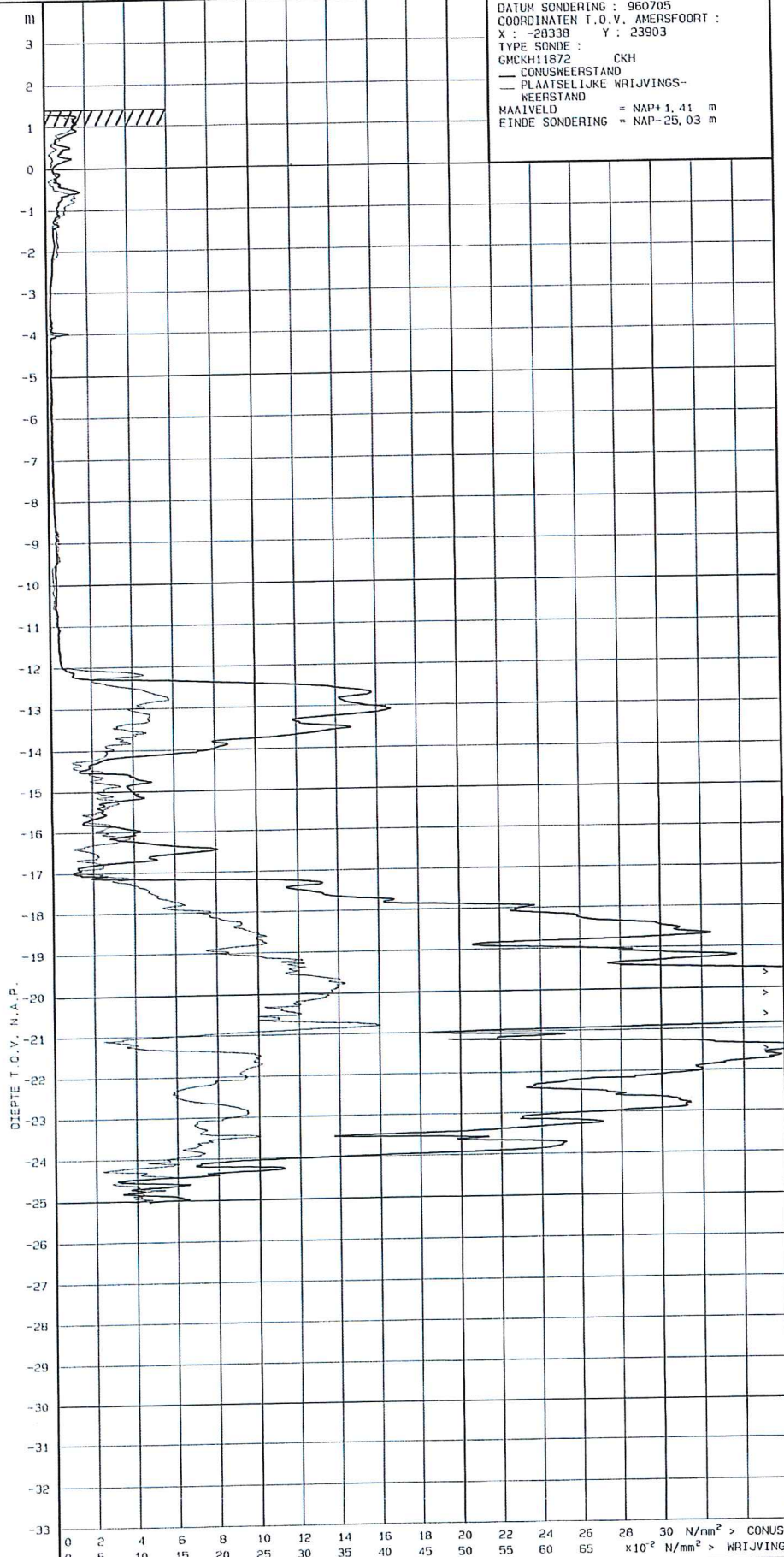


OVERSTORT PUTTEN
IJ-BOLLEVAARD
SONDERING

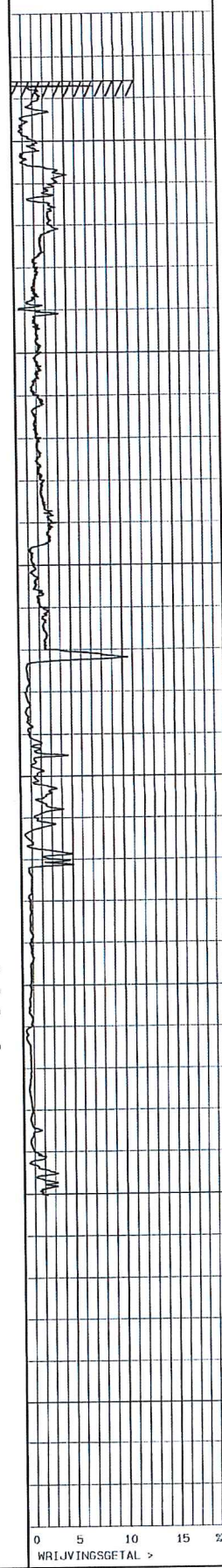
GET. 960705
GEC.
GEZ.



OPDRACHT: 10.709
08-439



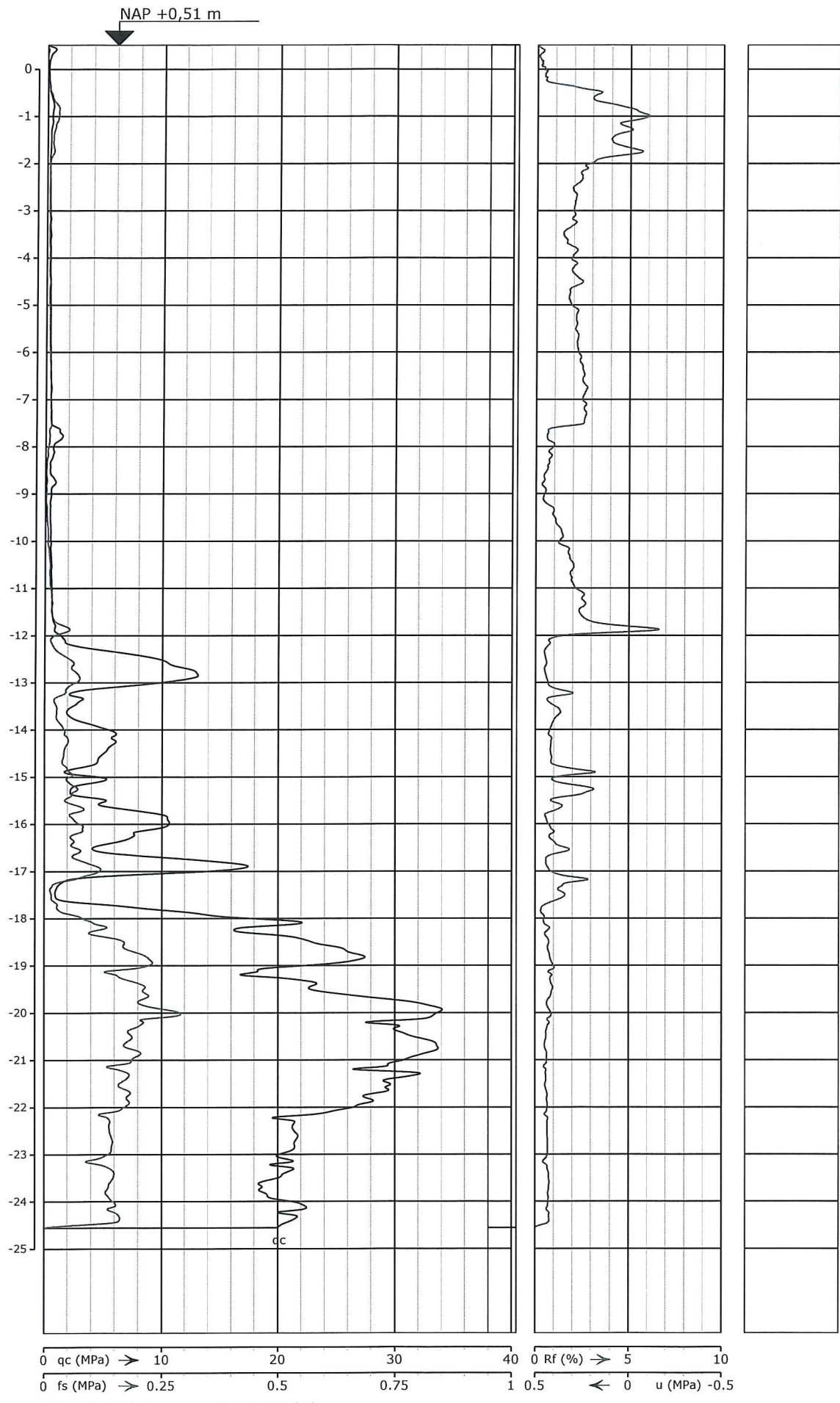
DATUM SONDERING : 960705
COORDINATEN T.O.V. AMERSFOORT :
X : -28338 Y : 23903
TYPE SONDE :
GMCKH11872 CKH
— CONUSWEERSTAND
— PLAATSELIJKE WRIJVINGS-
NEERSTAND
MAALVELD = NAP+1,41 m
EINDE SONDERING = NAP-25,03 m



Gebied F

Level (m)

Test Results

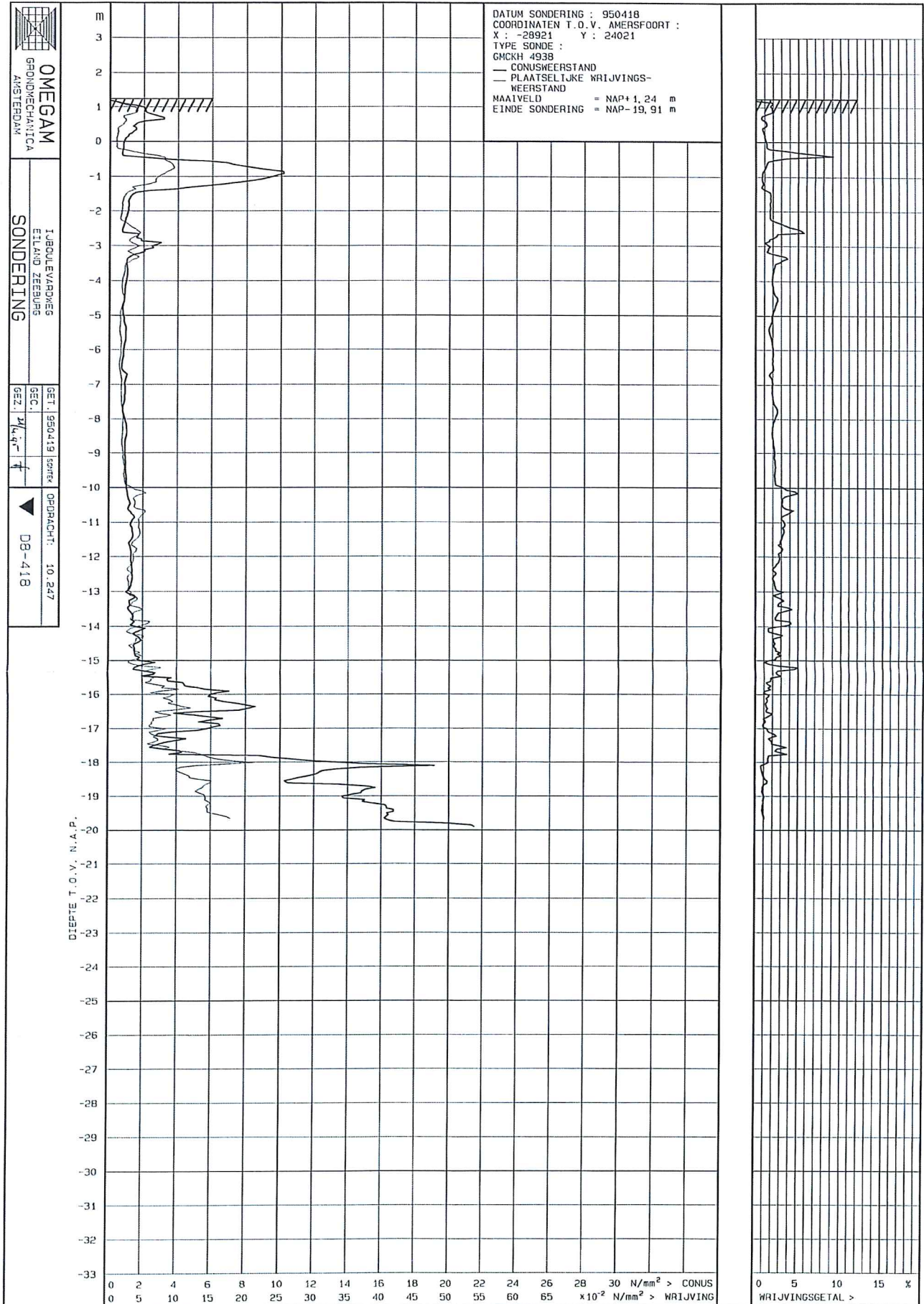


Job: 3584220	Zeeburgereiland Amsterdam	Rig:	CPT No.: 13
Project:	Drilled by:	Date: 2005.01.18	Encl. No.:
Executed by:	Checked by:	Approved by:	P. 1/1

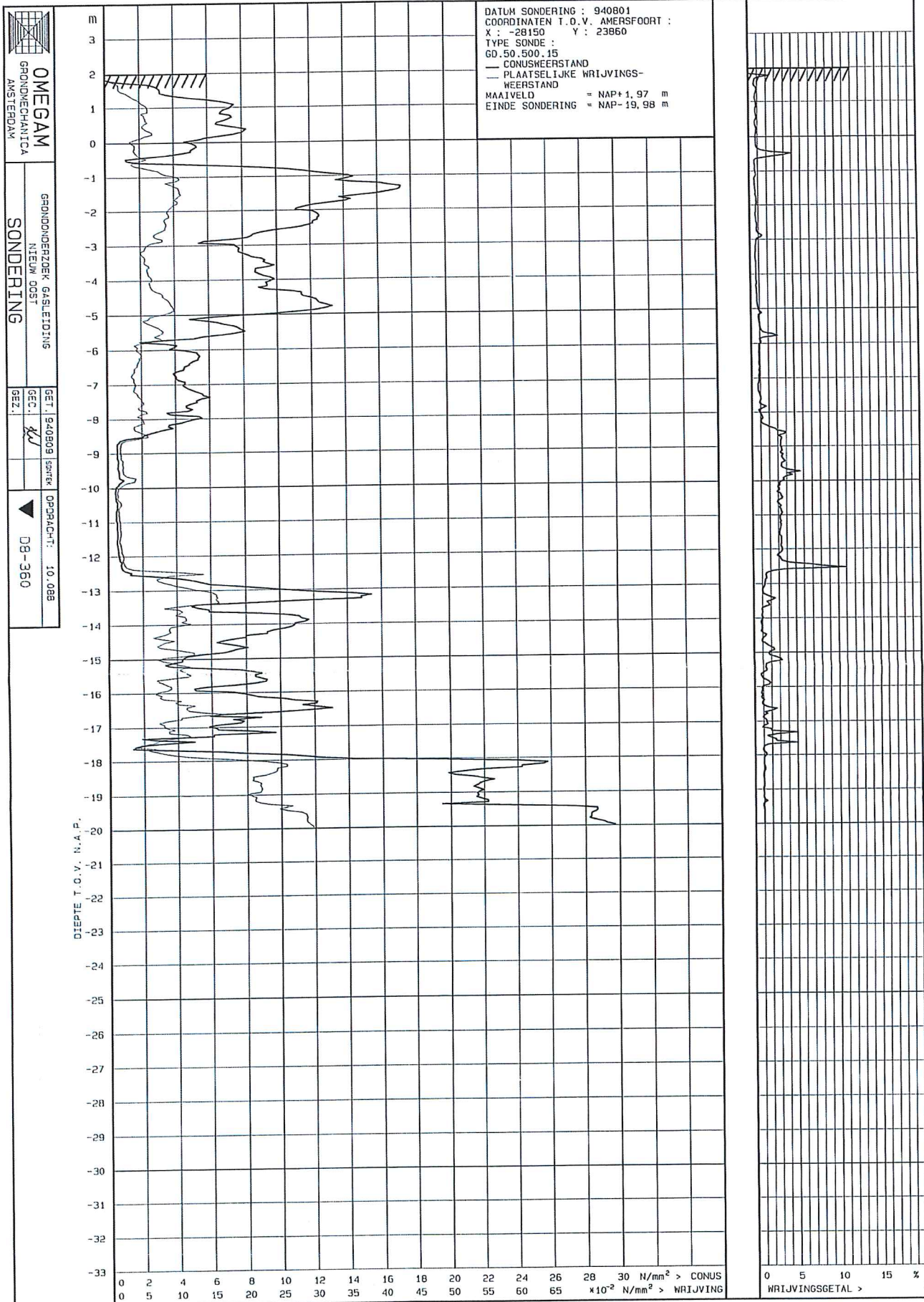


CPT profile

Gebied G (in de geul)



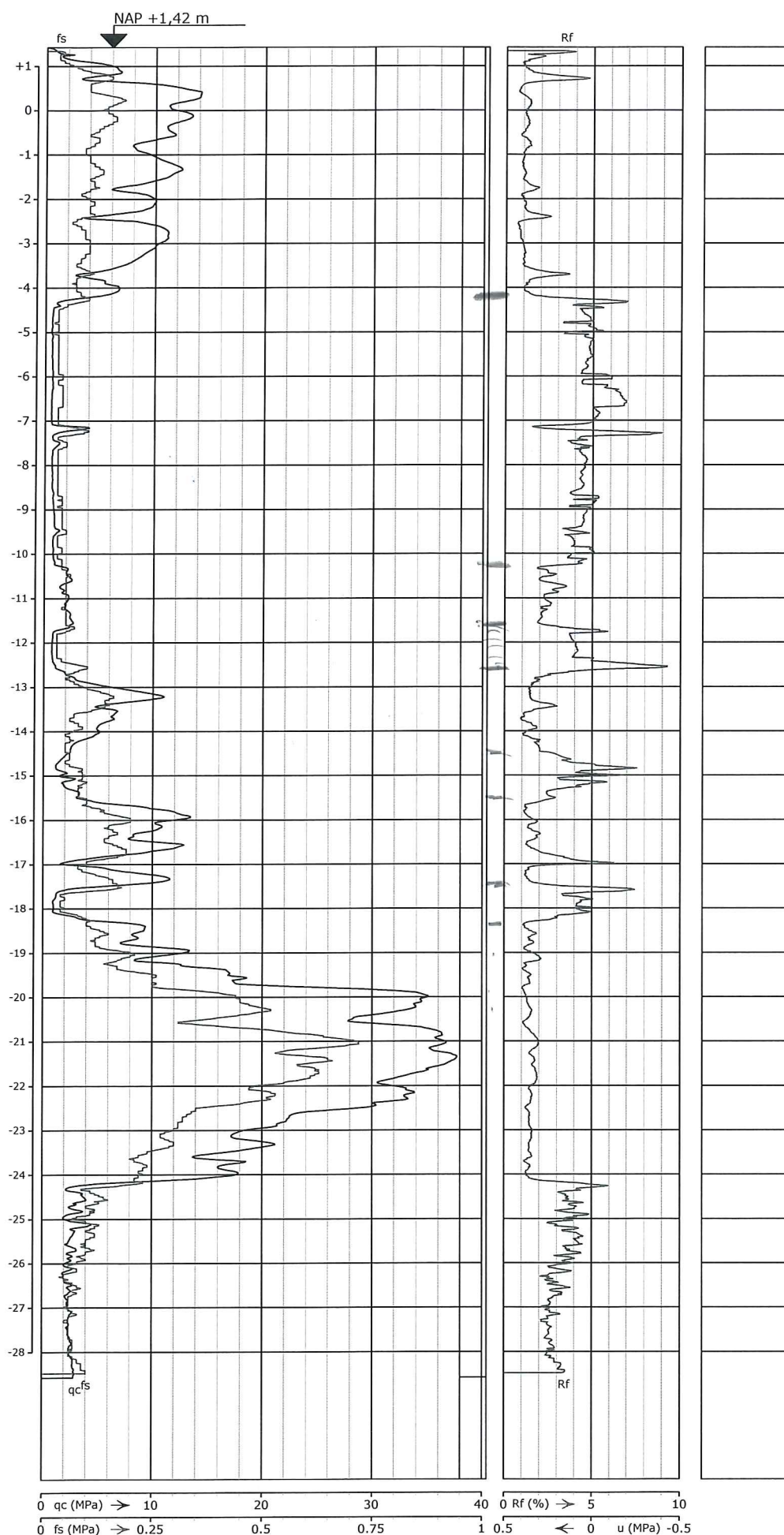
Gebied H



Level (m)

Test Results

DGI (buiten de Geul)



opz.

Baggasspecie
slib.

Hydroklei

BV

1^e ZL

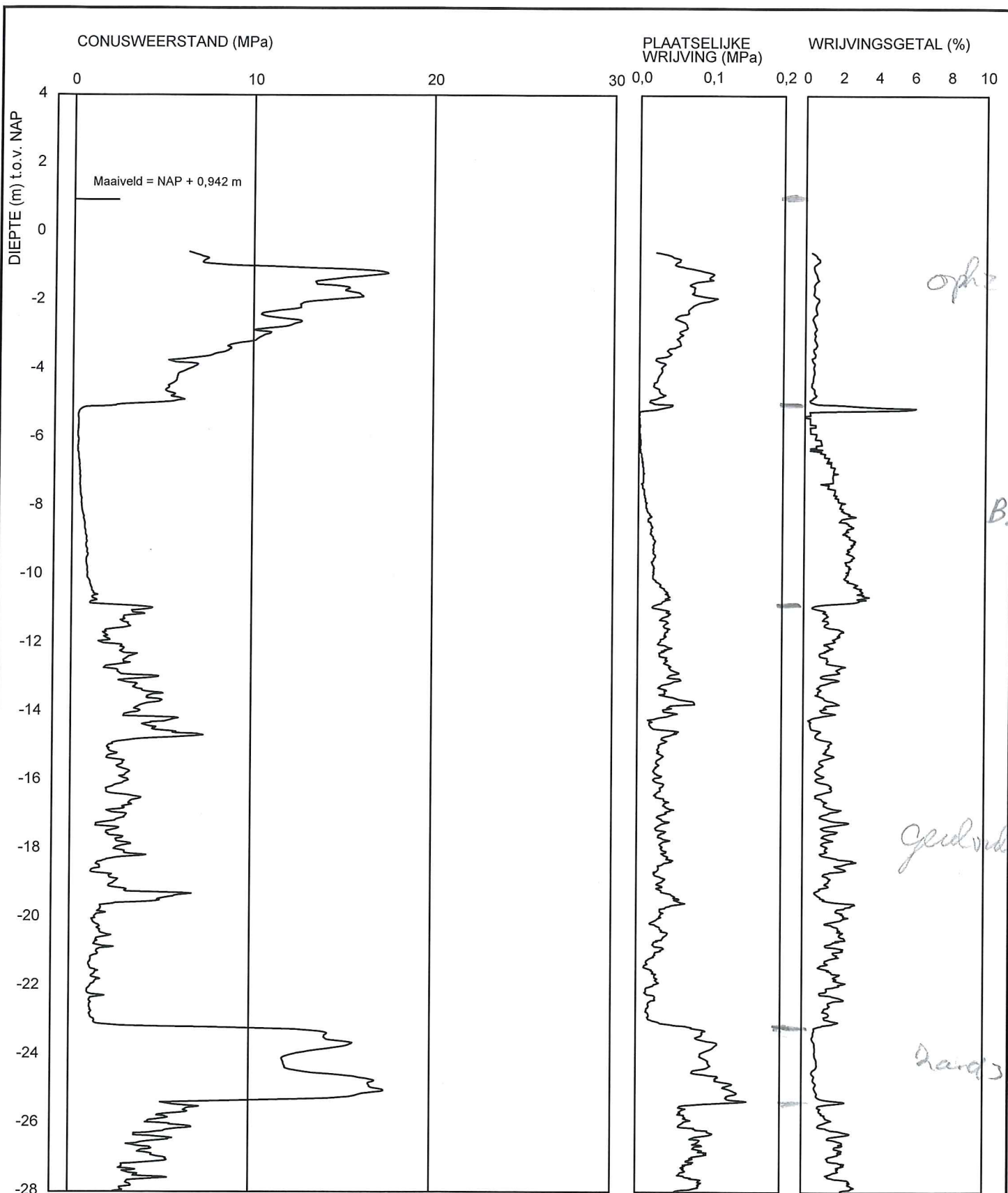
allerd

2^e ZL

allerd

3^e ZL

Deelgebied J (in de geul)



xxxxx
Gruusman Amsterdam
Ingenieursbureau

Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Telefoon +31(0)20-251 1111
Telefax +31(0)20-251 1199

datum
2008-05-27

get.
-

CPT-3840547/0

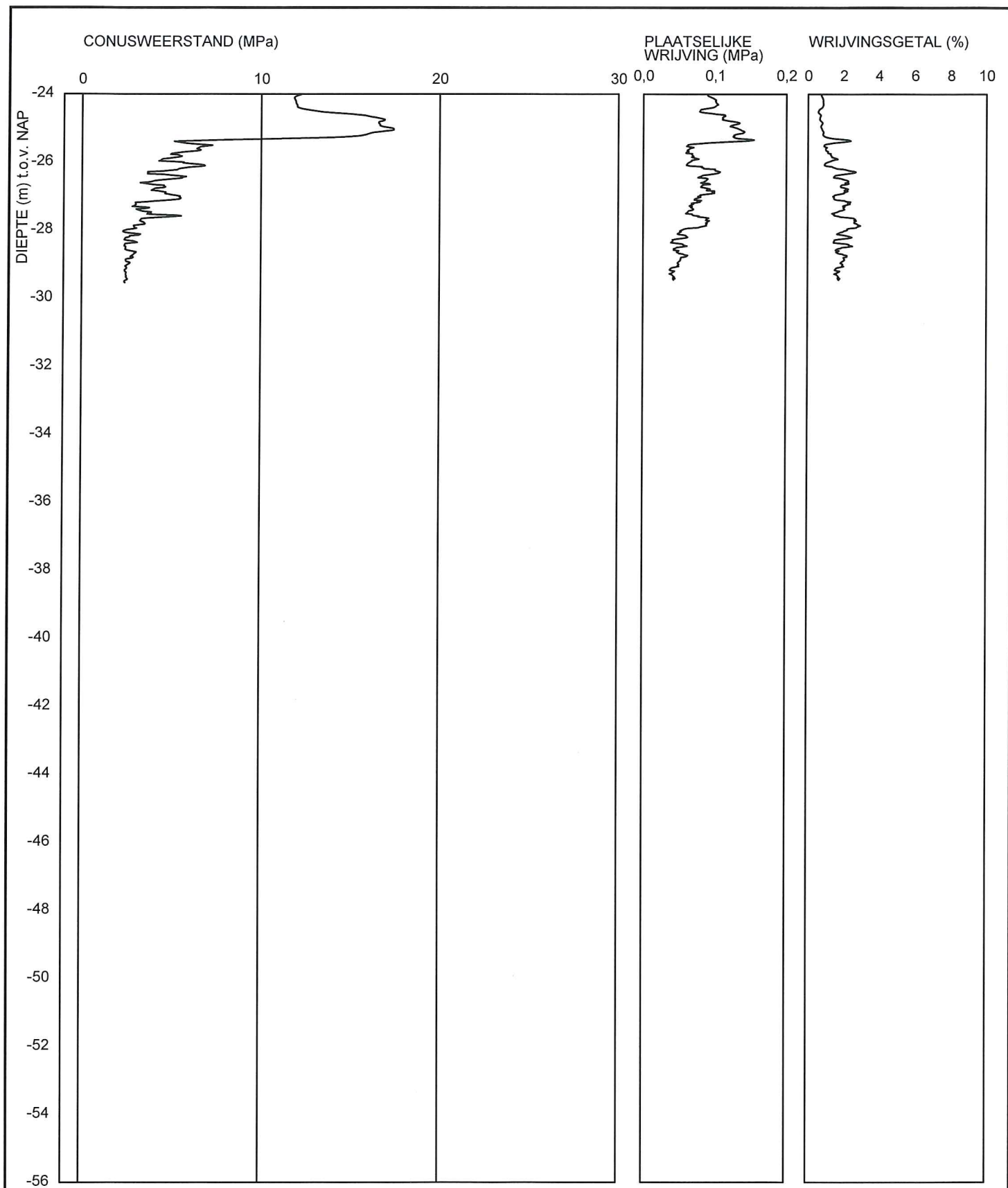
gez.

BIJL.

-

form.
A4

Sondering 5 [Blad 1 / 2]



Geometrie Amsterdam
Ingenieursbureau

Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Telefoon +31(0)20-251 1111
Telefax +31(0)20-251 1199

datum
2008-05-27

get.
-

CPT-3840547/0

gez.

BIJL. -

form.
A4

Bijlage 3 grondwateraanvulling per deelgebied

De naam van het deelgebied is als wit (actief) tabblad vermeld onderaan de pagina.

GRONDWATERAANVULLING			
Project:	MER Zeeburgereiland		 Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau
Projectnummer:			
Documentnummer:			
Opdrachtgever:			
Opsteller:			
Datum:	28-9-2016		
Bestandslocatie:	G:\IB\5\55754\BESTAND\100\waterteam\MER Zeeburgereiland\analyses en		
Formule:	$\text{Grondwateraanvulling} = (1 - c_{ver}) \times (\%ver / 100) \times ((N \times (1 + (k_{toe} / 100))) - (\sqrt{x} \times q_{ver})) + (1 - c_{onv}) \times (\%onw / 100) \times ((N \times (1 + (k_{toe} / 100))) - (\sqrt{x} \times q_{onv}))$		
	per project invullen		
	standaard waarde		
	berekening		
Gemiddelde situatie			
Percentage verhard (%ver)	5 %		
Percentage onverhard (%onv)	95 %		
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)	
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aanname IBA)	
Afvoercoëfficiënt verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American	
Afvoercoëfficiënt onverhard (conv)	0,15	Society of Civil Engineers	
Neerslag (N)	2,31 mm/dag =	2,31	mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdam)
Referentie-gewasverdamping (V)	543 mm/jaar =	1,49	mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	0		
Verdamping verhard	0,15 mm/d	Verdamping onverhard	1,49 mm/d
Netto neerslag verhard	2,16 mm/d	Netto neerslag onverhard	0,82 mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,22 mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	0,70 mm/d
Gemiddelde grondwateraanvulling	0,67 mm/d		
Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag	29 %		

GRONDWATERAANVULLING			
Project:	MER Zeeburgereiland		 Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau
Projectnummer:			
Documentnummer:			
Opdrachtgever:			
Opsteller:			
Datum:	28-9-2016		
Bestandslocatie:	G:\IB\5\55754\BESTAND\100\waterteam\MER Zeeburgereiland\analyses en		
Formule:	$\text{Grondwateraanvulling} = (1 - c_{ver}) \times (\%ver/100) \times ((N \times (1 + (k_{toe}/100))) - (\sqrt{x} \times q_{ver})) + (1 - c_{onv}) \times (\%onw/100) \times ((N \times (1 + (k_{toe}/100))) - (\sqrt{x} \times q_{onv}))$		
	per project invullen		
	standaard waarde		
	berekening		
Gemiddelde situatie			
Percentage verhard (%ver)	20	%	
Percentage onverhard (%onv)	80	%	
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)	
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aanname IBA)	
Afvoercoefficient verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American	
Afvoercoefficient onverhard (conv)	0,15	Society of Civil Engineers	
Neerslag (N)	2,31	mm/dag =	2,31 mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdam)
Referentie-gewasverdamping (V)	543	mm/jaar =	1,49 mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	0		
Verdamping verhard	0,15	mm/d	Verdamping onverhard 1,49 mm/d
Netto neerslag verhard	2,16	mm/d	Netto neerslag onverhard 0,82 mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,22	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding 0,70 mm/d
Gemiddelde grondwateraanvulling	0,60	mm/d	
Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag	26	%	

GRONDWATERAANVULLING			
Project:	MER Zeeburgereiland		 Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau
Projectnummer:			
Documentnummer:			
Opdrachtgever:			
Opsteller:			
Datum:	28-9-2016		
Bestandslocatie:	G:\IB\5\55754\BESTAND\100\waterteam\MER Zeeburgereiland\analyses en		
Formule:	Grondwateraanvulling = $(1-cver) \times (\%ver/100) \times ((Nx(1+(ktoe/100))) - (\sqrt{xqver})) +$ $(1-conv) \times (\%onw/100) \times ((Nx(1+(ktoe/100))) - (\sqrt{xqonv}))$		
	per project invullen		
	standaard waarde		
	berekening		
Gemiddelde situatie			
Percentage verhard (%ver)	35 %		
Percentage onverhard (%onv)	65 %		
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)	
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aanname IBA)	
Afvoercoefficient verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American	
Afvoercoefficient onverhard (conv)	0,15	Society of Civil Engineers	
Neerslag (N)	2,31 mm/dag =	2,31	mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdam)
Referentie-gewasverdamping (V)	543 mm/jaar =	1,49	mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	0		
Verdamping verhard	0,15 mm/d	Verdamping onverhard	1,49 mm/d
Netto neerslag verhard	2,16 mm/d	Netto neerslag onverhard	0,82 mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,22 mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	0,70 mm/d
Gemiddelde grondwateraanvulling	0,53 mm/d		
Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag	23 %		

Sluisbuurt-Oostpunt OkselA10-Sportheldenbuurt **Bedrijvenstrook-Baai buurten**